

Regione: PUGLIA
Provincia: BRINDISI
Comuni: MESAGNE e BRINDISI

IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON GENERATORE DELLA POTENZA
NOMINALE DI 63.86 MWp DOTATO DI
SISTEMA DI ACCUMULO DA 50 MW - 200 MWh

CODICE IDENTIFICATIVO PRATICA AUTORIZZAZIONE UNICA REGIONALE: IL4UEW3



ALCYONE SOL S.r.l.
Via Mercato, 3/5
20121 Milano (MI)
P.IVA: 12502430965

Titolo dell'Elaborato:

RELAZIONE IDRAULICA

Denominazione del file dell'Elaborato:

IL4UEW3_RelazioneIdraulica_01.pdf

Elaborato:

REL. 13

Progettista:

Dott.ssa Geol. Silvia Ciurlia
Via Ugo Tognazzi n.14
73050 Salve (LE)
Mail: studiociurlia@gmail.com
PEC: studiociurlia@pec.epap.it

Visti / Firme / Timbri:



SVILUPPO PROGETTO

NEXTA PROJECT HOLDCO
2 Hilliards Court, Chester Business Park
Chester, United Kingdom, CH4 9PX



APULIA ENERGIA S.r.l.
Via Sasso, 15
72023 Mesagne (BR)



Scala N.A. Formato A4

Data	Revisione	DESCRIZIONE	Elaborazione	Verifica e controllo
28/12/2022	0	PRIMA EMISSIONE	Dott.ssa Geol. Silvia Ciurlia	Dott.ssa Geol. Silvia Ciurlia
REVISIONI				

INDICE

1.	INTRODUZIONE	1
2.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	3
3.	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE	7
4.	CONFORMITA' DEGLI INTERVENTI CON IL PAI	10
5.	ANALISI IDROLOGICA	16
5.1	Caratteristiche dei bacini idrografici	16
5.2	Valutazione dei tempi di corrivazione	24
5.3	Valutazione delle portate al colmo di piena – Metodo VAPI Puglia	24
5.3.1	Bacini esoreici	24
5.3.2	Bacino endoreico	26
6.	ANALISI IDRAULICA	27
6.1	Teoria dei modelli idraulici adottati	27
6.2	Geometria dei corsi d'acqua e delle aree limitrofe	27
6.3	Analisi idraulica dei tratti di reticolo in corrispondenza dell'elettrodotto di collegamento con la SSU	32
6.4	Analisi idraulica dei tratti di reticolo in prossimità dell'area di impianto ed in quelle limitrofe	34
7.	SOLUZIONI PROGETTUALI ADOTTATE	38

1. INTRODUZIONE

Con la presente la sottoscritta Dott.ssa Geol. Silvia Ciurlia ha redatto uno Studio Idraulico nell'ambito del Progetto Definitivo "Impianto Agrivoltaico con generatore della potenza nominale di 63,86 MWp (componente di produzione energetica) dotato di Sistema di Accumulo da 50 MW – 200 MWh (componente di storage) nel Comune di Mesagne (BR) con opere di vettoriamento dell'energia elettrica ed impianti di utenza per la connessione alla RTN, inclusa la necessaria Sottostazione Elettrica Utente (SSEU) di elevazione M.T./A.T., ricadenti in gran parte nel Comune di Brindisi (BR)".

L'impianto agrivoltaico prevede la messa a dimora di oliveto e mandorleto superintensivi oltre che prato permanente stabile (monospecifico e polispecifico) (componente agro-colturale), l'allevamento di ovini e l'apicoltura (componente zootecnica), la piantumazione di una siepe arbustiva/arborea perimetrale (opere di mitigazione).

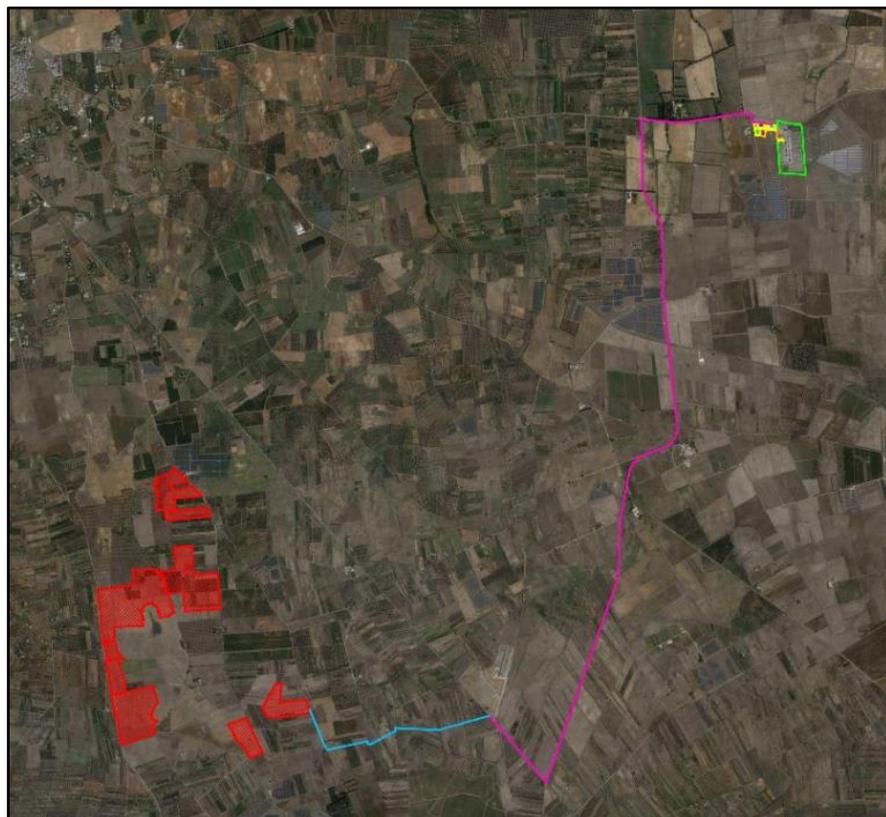
L'impianto sarà connesso in antenna a 150 kV su uno Stallo assegnato nella S.E. RTN "Brindisi sud" esistente da condividere con gli altri quattro Produttori.

L'impianto agrivoltaico con relativo Sistema di Accumulo insisteranno interamente in aree ubicate in zona agricola del Comune di Mesagne (BR), come tipizzata nel vigente strumento urbanistico comunale. Gli elettrodotti di vettoriamento e gli impianti di utenza e di rete per la connessione interessano marginalmente il Comune di Mesagne (BR), interessando prevalentemente il Comune di Brindisi (BR). In agro di Brindisi (BR) sarà realizzata la Sottostazione Elettrica Utente (SSEU) necessaria per la trasformazione della tensione da M.T. a 30 kV a A.T. a 150 kV ai fini della connessione dell'impianto di produzione alla RTN (Fig.1 e 2)

La superficie destinata alla realizzazione dell'impianto agrivoltaico con relativo Sistema di Accumulo (aree utilizzate per opere di impianto e colture agricole) è pari a circa 935.082 m. Di questa superficie, circa 317.790 m saranno occupati dalle strutture di sostegno dei moduli (tracker), circa 57.523 m saranno occupati da opere funzionali (viabilità, aree di manovra, piazzali di ubicazione delle cabine elettriche, area destinata al Sistema di Accumulo) mentre i restanti 559.769 m saranno destinati alla messa a dimora delle colture specifiche di progetto.

L'impianto agrivoltaico sorgerà in un'area agricola che si estende su una superficie posta a circa 5,5 km a SUD del centro abitato di Mesagne (BR). Le particelle catastali destinate alla realizzazione dell'impianto e nella disponibilità della Proponente sono di seguito elencate; l'impianto agrivoltaico occupa parzialmente o totalmente le particelle elencate nel rispetto dei vincoli insistenti sulle aree medesime e delle distanze da osservare da opere, servizi, fabbricati o servitù esistenti.

Comune	DATI CATASTALI	Superficie contratto [ha]
Mesagne (BR)	FG 98 P.LLE 12, 27	0,7932
Mesagne (BR)	FG 100 P.LLE 56, 57, 67	1,7814
Mesagne (BR)	FG 98 P.LLA 19	2,1647
Mesagne (BR)	FG 100 P.LLA 55	1,513
Mesagne (BR)	FG 98 P.LLE 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 34, 38 / FG 100 P.LLE 58, 59, 60, 61, 62, 66, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 84, 85, 92 / FG 109 P.LLA 31	14,8655
Mesagne (BR)	FG 108 P.LLE 8, 14, 15, 20, 32, 51, 54, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86 / FG 116 P.LLA 2	46,5041
Mesagne (BR)	FG 108 P.LLE 67, 69, 28, 29, 30, 91, 93, 71 FG 109 P.LLE 22, 60, 61, 62, 59, 51, 64, 65, 63, 73, 70	50,9791
Mesagne (BR)	FG 108 P.LLE 17, 87 / FG 115 P.LLA 7, 94	13,3862
Mesagne (BR)	FG 100 P.LLE 78,79	0,9947
Mesagne (BR)	FG 100 P.LLA 23	1,4761
Mesagne (BR)	FG 100 P.LLE 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 38	6,6598
Mesagne (BR)	FG 100 P.LLE 33, 36, 103	1,5627
Mesagne (BR)	FG 100 P.LLE 37, 90, 91, 117, 118	1,6315
Mesagne (BR)	FG 116 P.LLE 77, 121, 122, 123, 152	10,1341
Mesagne (BR)	MESAGNE FOGLIO 116 P.LLE 156, 155, 154, 96, 97, 10, 11, 136, 9, 89, 114, 71, 141, 48, 145, 146, 135	6,1555
Mesagne (BR)	MESAGNE FOGLIO 116 P.LLE 8, 137, 117, 129, 128, 50, 12, 67, 68, 108, 109, 110	3,4951
Mesagne (BR)	MESAGNE FG 98 P.LLE 28	0,5336
		164,6303



- LEGENDA
- ▬ Area impianto di produzione
 - ▬ Percorso elettrodotto in MT di vettoriamiento dell'energia su strada asfaltata
 - ▬ Percorso elettrodotto in MT di vettoriamiento dell'energia su strada sterrata
 - ▬ Percorso elettrodotto in A.T. di collegamento a stallo in Stazione RTN
 - ▬ Area Sottostazione Elettrica Utente (SSEU) ALCYONE SOL
 - ▬ Area SSEU LIGHT SOURCE
 - ▬ Area SSEU SOLAR ENERGY CINQUE
 - ▬ Area SSEU EVERGREEN PUGLIA
 - ▬ Area SSEU SR PROJECT 2
 - ▬ Area SBARRE A.T. CONDIVISE
 - ▬ Stazione RTN "BRINDISI SUD" di TERNA S.p.A.
 - ▬ Stallo condiviso assegnato in S.E. RTN "BRINDISI SUD"

FIG 1 - Localizzazione delle opere progettuali su ortofoto

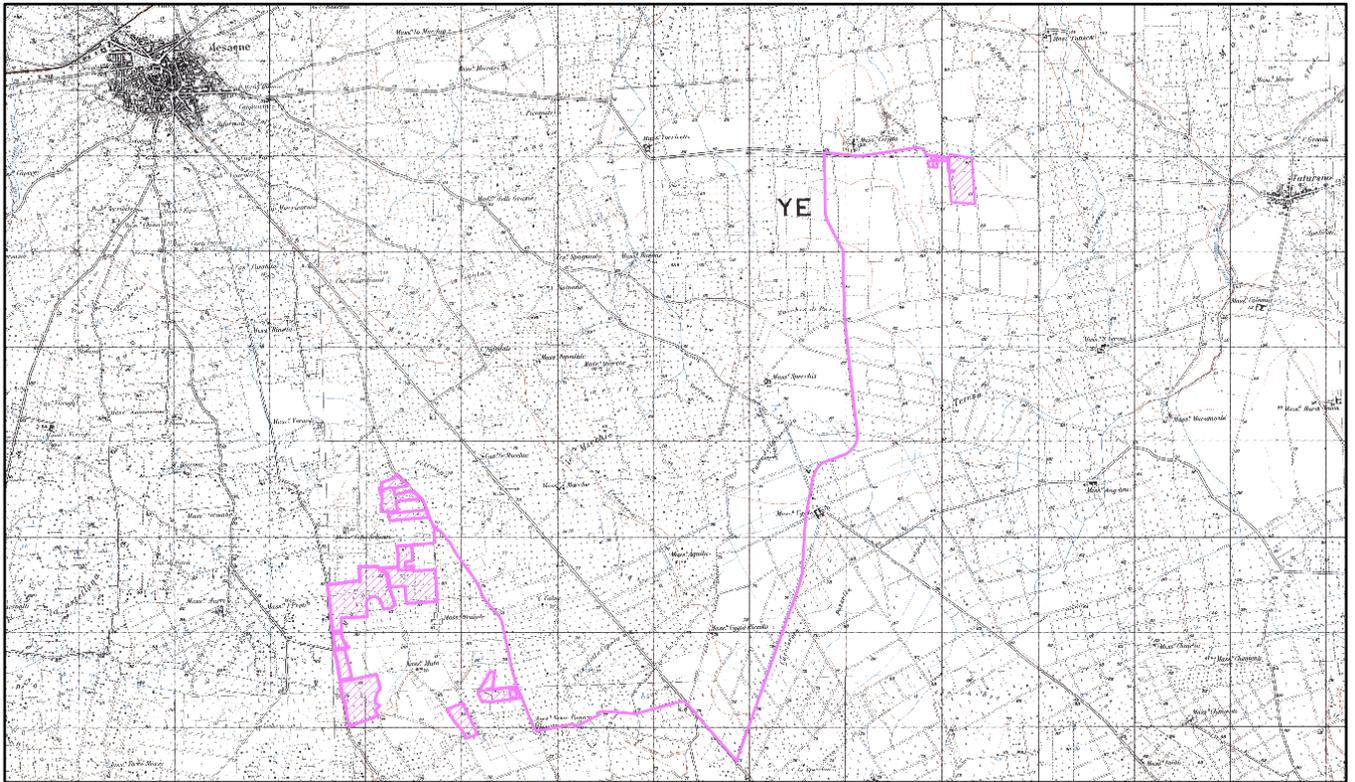


FIG 2 - Localizzazione delle opere progettuali su cartografia IGM 1:25000

Nell'ambito del progetto di Agrivoltaico si propone la coltivazione nell'area d'impianto di prato permanente polifita da assoggettare al pascolo ovino, a colture ad alto reddito quali l'oliveto superintensivo e mandorleto superintensivo.

Al fine di ricreare le condizioni di naturalità dell'area, sarà realizzata una vera e propria fascia ecologica (siepe arbustiva/arborea perimetrale) a ridosso dell'impianto agrivoltaico esternamente la recinzione perimetrale.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'assetto geologico e strutturale ad ampia scala è rappresentato da potenti successioni carbonatiche di origine marina costituite da strati e banchi di calcari e dolomie del Cretaceo. Tali successioni, che rappresentano i depositi più antichi dell'area, comprendono (secondo la Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 (foglio 203 "Brindisi") le Dolomie di Galatina e l'unità dei Calcari di Melissano. Per le analogie nei caratteri di litofacies e in accordo con la bibliografia geologica più recente (sensu Ricchetti 1988) quest'ultima formazione verrà indicata nel presente studio con il termine Calcari di Altamura.

Ai depositi cretacei si addossano lungo le scarpate, o si sovrappongono, in trasgressione, sedimenti miocenici terrigeni, tra loro parzialmente eteropici, costituiti dalla cosiddetta "Pietra leccese" e dalle Calcareniti di Andrano. Notevole diffusione hanno anche sedimenti pliocenici e pleistocenici, sia in facies

costiera che continentale, rappresentati principalmente dalle Sabbie di Uggiano e dalle Calcareniti di Gravina (sensu Ricchetti 1988) (o Calcareniti del Salento (sensu CGI 1968)), anch'essi trasgressivi sui depositi più antichi. I depositi continentali olocenici sono in genere rappresentati da lembi poco estesi e potenti (sabbie, depositi eluviali e di "terra rossa"), crescenti in spessore e ampiezza procedendo verso la fascia costiera.

Il quadro geologico attuale è il risultato degli eventi tettonici che si sono succeduti a partire dal Cretaceo e che a più riprese hanno interessato l'intera Penisola Salentina. Il basamento carbonatico della penisola salentina, che come già detto in precedenza, è costituito dai Calcari di Altamura, rappresenta il settore della piattaforma apula che ha subito la maggiore attività tettonica. La penisola salentina ha subito una tettonica distensiva dando origine ad un sistema di faglie all'interno del basamento, e generando un sistema strutturale di dorsali e depressioni tettoniche tipo horst e graben di varia grandezza ed estensione. Tali strutture hanno un andamento prevalentemente orientato in direzione Nord Ovest – Sud Est, e morfologicamente corrispondono, rispettivamente, alle attuali "serre salentine" e alle depressioni che le separano.

Nel Miocene, i movimenti tettonici hanno riportato in condizioni di sommersione le terre emerse, favorendo la sedimentazione di estesi corpi calcarenitici. Le fasi tardo mioceniche e plioceniche hanno riattivato le faglie cretacee interessando anche i terreni del Miocene. Nel corso di questi due ultimi periodi e del Pleistocene inferiore, ripetuti fenomeni di subsidenza e innalzamento hanno portato più volte ampie zone del Salento al di sotto e al di sopra del livello marino, determinando, rispettivamente, la deposizione di materiali terrigeni e l'erosione delle coperture più recenti. Nel Pleistocene medio una nuova fase tettonica ha conferito alla regione una configurazione simile all'attuale, mentre i fenomeni di ingressione e regressione marina conseguenti alle fasi glaciali (in particolare del Riss e del Wurm) hanno determinato il deposito dei sedimenti costieri in aree marginali.

Dal punto di vista litostratigrafico l'area del Comune di Mesagne e dei comuni limitrofi risulta costituita, dal basso verso l'alto, dai seguenti litotipi:

Depositi marini

- Calcari di Altamura (Turoniano sup. –Maastrichtiano)
- Calcarenite di Gravina (Pliocen sup.- Pleistocene inf.)
- Argille Subappennine (Pleistocene inf.)
- Depositi Marini Terrazzati (pleistocene med.-sup.)

Depositi continentali

- Coltre eluvio-colluviale (Olocene)

Calcari di Altamura

La formazione dei Calcari di Altamura è costituita prevalentemente da calcari bioclastici di colore chiaro, talora biancastro, compatti e a frattura irregolare. Associati ad essi si rinvengono calcari più scuri, calcari chiari subcristallini a frattura concoide e calcari detritici o leggermente marnosi. A tali litotipi si intercalano in modo irregolare calcari dolomitici color nocciola e subcristallini, con subordinate dolomie calcaree. Tali intercalazioni sono particolarmente evidenti nella zona a Nord del centro urbano di Nardò. Dal punto di vista petrografico, i calcari in oggetto sono costituiti prevalentemente da micriti più o meno fossilifere, talora dolomitizzate, e da subordinate biomicriti.

Il contenuto macropaleontologico è scarso; sono presenti gusci e frammenti di rudiste, in particolare *Apricardia carantonensis* (D'ORB.), e rari *Cerithium*, *Pecten*, *Cardium*. Il contenuto di carbonato di calcio subisce in genere deboli oscillazioni e può arrivare al 98-99% nei calcari, nelle dolomie calcaree invece scende fino al 60%. La stratificazione è sempre evidente, ad eccezione dei casi in cui sia presente uno sviluppato carsismo superficiale. Gli strati presentano una potenza variabile da circa 15-20 cm all'ordine del metro. Talora si nota una evidente laminazione parallela, come, ad esempio, in alcuni affioramenti della Serra di Nardò. L'ambiente di sedimentazione è di piattaforma carbonatica interessata da limitate ed episodiche emersioni. Il limite inferiore non è affiorante; il limite superiore è inconforme e discordante con le formazioni più recenti.

Calcareniti di Gravina

Depositi calcarenitici e calciruditi bioclastici di ambiente litorale. La formazione è direttamente trasgressiva sui calcari cretaci. Sono localmente rappresentate da calcareniti e calciruditi passanti a materiali sabbiosi con inclusi ciottoli che si rinvengono in spessori molto esigui. Al contatto con i calcari spesso si trovano abbondanti affioramenti di materiali residuali rossastri (terre rosse) testimoni di una lunga fase di emersione che ha preceduto la trasgressione marina quaternaria.

Argille Subappenniniche

Argille limose, argille sabbiose ed argille marnose di colore grigio-azzurro, subordinatamente giallastre con sparsi, nella parte alta, ciottoli di natura calcarea o calcarenitica. Questi depositi poggiano in continuità di sedimentazione sulle Calcareniti di Gravina e localmente giacciono, lungo superfici trasgressive, direttamente sui depositi mesozoici del Calcarea di Altamura.

Questi depositi non affiorano e si trovano in estese aree nel sottosuolo. Dati litostratigrafici desunti da sondaggi e pozzi eseguiti nell'area confermano la presenza al di sotto dei Depositi Marini Terrazzati. Le Argille subappenniniche rappresentano il substrato impermeabile che sostiene l'acquifero superficiale della Piana di Brindisi. Da studi realizzati si è stimato che nell'area del Comune di Latiano lo spessore di questa formazione può arrivare a 10 m.

Depositi marini terrazzati

I Depositi marini terrazzati sono costituiti essenzialmente da alternanze di sabbie quarzose giallastre e calcareniti organogene localmente a carattere litoide con a tratti intercalazioni di strati conglomeratici.

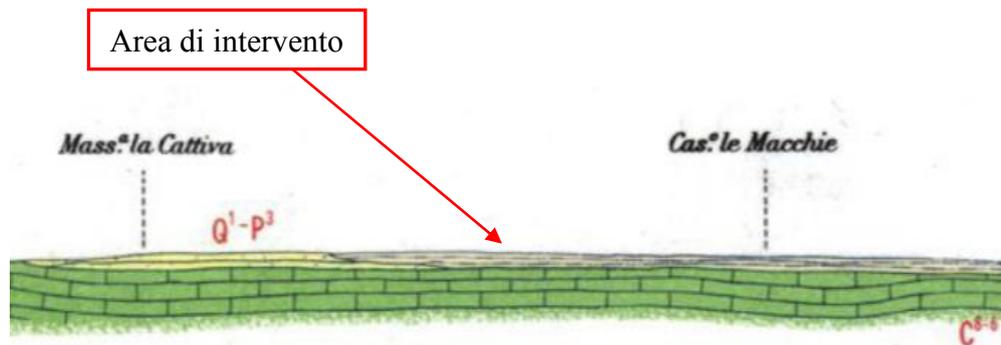


FIG 3B – Sezione stratigrafica, foglio 203 “Brindisi”

3. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Il territorio comunale di Mesagne è ubicato nella parte sud-orientale dell'altopiano murgiano e si estende nell'area al limite tra la porzione nord-occidentale delle Murge Tarantine e quella sudorientale delle Murge Baresi. La morfologia di questo settore pugliese è caratterizzata dalla presenza di dorsali, alture ed altipiani, che raramente si elevano a più di poche decine di metri sulle aree circostanti e che prendono il nome di "Serre". La fisiografia generale è controllata dalle caratteristiche tettoniche e strutturali dei terreni affioranti. In particolare le zone rilevate coincidono con alti strutturali di origine disgiuntiva (horst) e plicativa (pieghe anticlinali), delimitati da scarpate morfologiche impostate sui piani di faglia o sui fianchi delle anticlinali, ed il cui andamento principale è in direzione NW- SE. I terreni più giovani, datati al Pleistocene ed all'Olocene, sono di natura alluvionale e di spiaggia, riferibili a numerose unità litostratigrafiche ; esse occupano le aree più depresse (piana di Brindisi) o poggiano sulle superfici di scarpata morfologica, raccordandosi ad esse e seguendone l'andamento e l'immersione

La presenza di incisioni deboli in un sistema carsico diffuso, costituisce l'unico esempio di idrografia organizzata a regime perenne nel territorio comunale di Mesagne e in quello dei Comuni vicini. Le incisioni fluvio-carsiche minori hanno orientazioni variabili NNO-SSE e Ovest-Est e spesso recapitano le acque in aree cieche o in doline.

Di seguito si riporta uno stralcio della "Carta Idrogeomorfologica " della Regione Puglia, redatta dall'Autorità di Bacino della Puglia (AdB), oggi "Autorità di Bacino del distretto idrografico dell'appennino meridionale – Sede Puglia" (Fig.4). Nell'area oggetto di intervento, sita sud dell'abitato di Mesagne, a ovest di Masseria Grande, gli elementi geomorfologici di rilievo sono rappresentati dalla presenza di:

- 1) un reticolo fluviale secondario che interessa la parte centro-orientale del sito di impianto;
- 2) l'attraversamento di vari tratti di reticolo in corrispondenza degli elettrodotti che rimangono confinati nella viabilità esistente;
- 3) Un recapito di bacino endoerico (conca) che lambisce l'area di progetto di impianto.

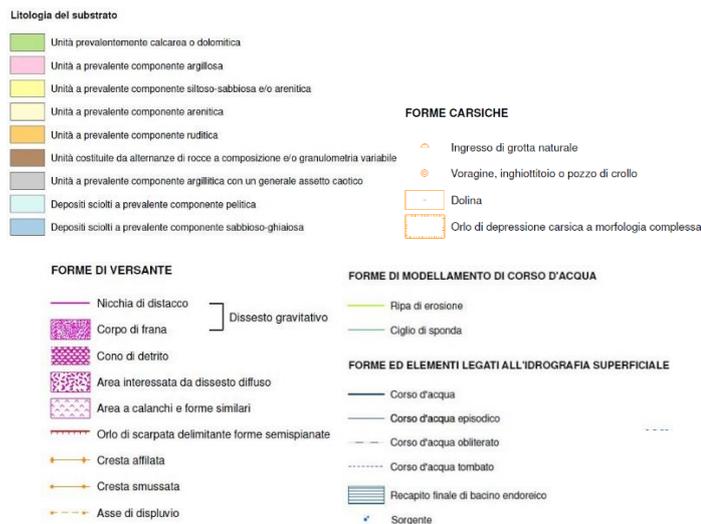
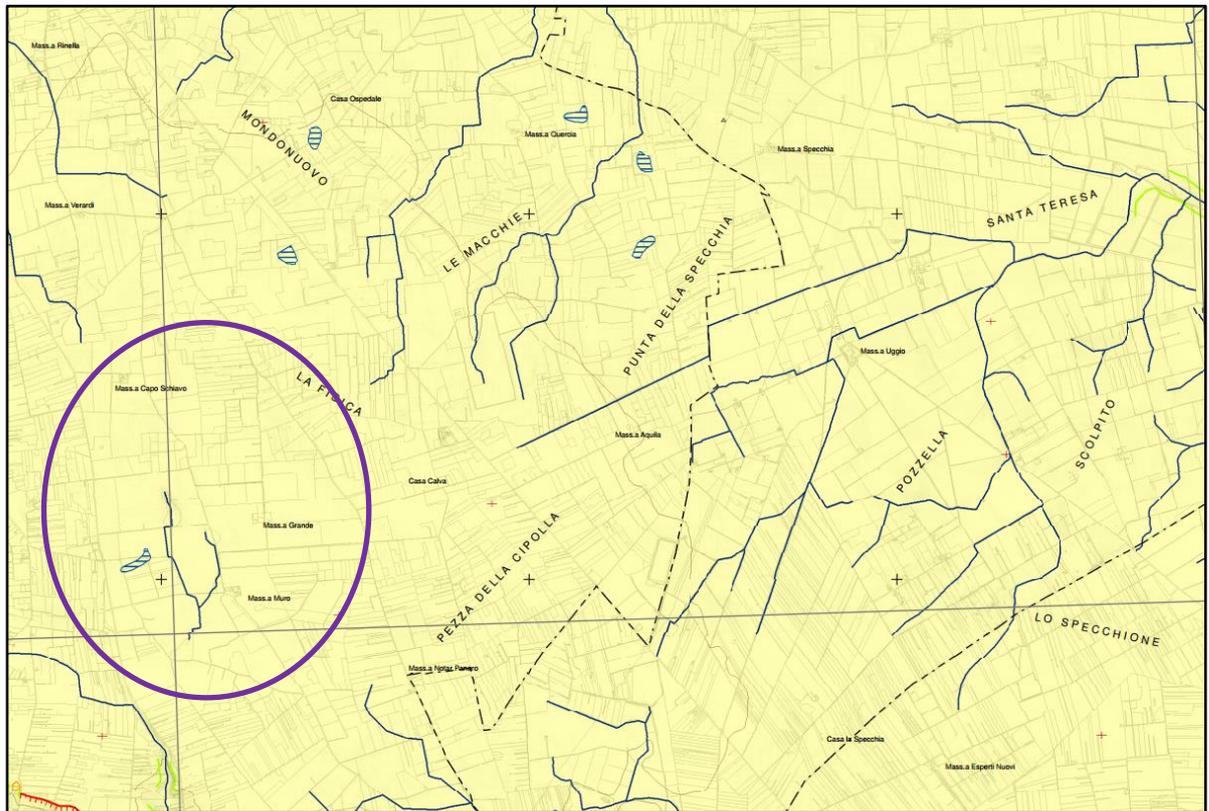


FIG 4 – Stralcio Carta Idrogeomorfologica Regione Puglia. Nel tondo di colore viola l'area di impianto

Dall'analisi delle quote mediante profili altimetrici e carta delle pendenze estrapolati da un modello digitale del terreno (DTM) tramite dati della Regione Puglia, ed elaborato con software GIS, è stato possibile implementare un'analisi geomorfologica del terreno oggetto di intervento e di quelli limitrofi. Di seguito l'analisi dei profili altimetrici tracciati in direzione longitudinale (Fig.5A) e trasversale (Fig. 5B) dell'area di progetto di impianto. Nel primo caso l'andamento topografico del terreno mostra una variazione di quote che tendono ad oscillare in direzione nord-sud da un minimo di 77,07 m s.l.m. ad un massimo di 81,16 m s.l.m. Nel secondo caso l'andamento topografico del terreno mostra una variazione di quote che tendono ad oscillare da ovest verso est da un minimo di 77,88 m s.l.m. ad un massimo di 81,16 m s.l.m.

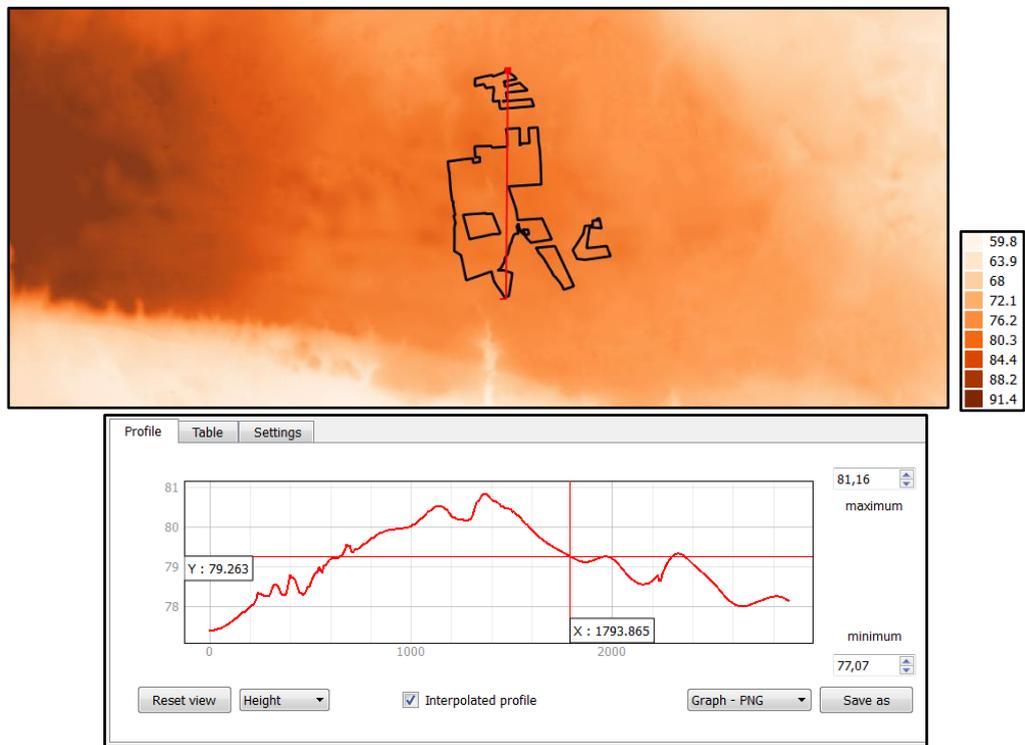


FIG 5A – Andamento topografico del terreno su sezione longitudinale nell'area di progetto

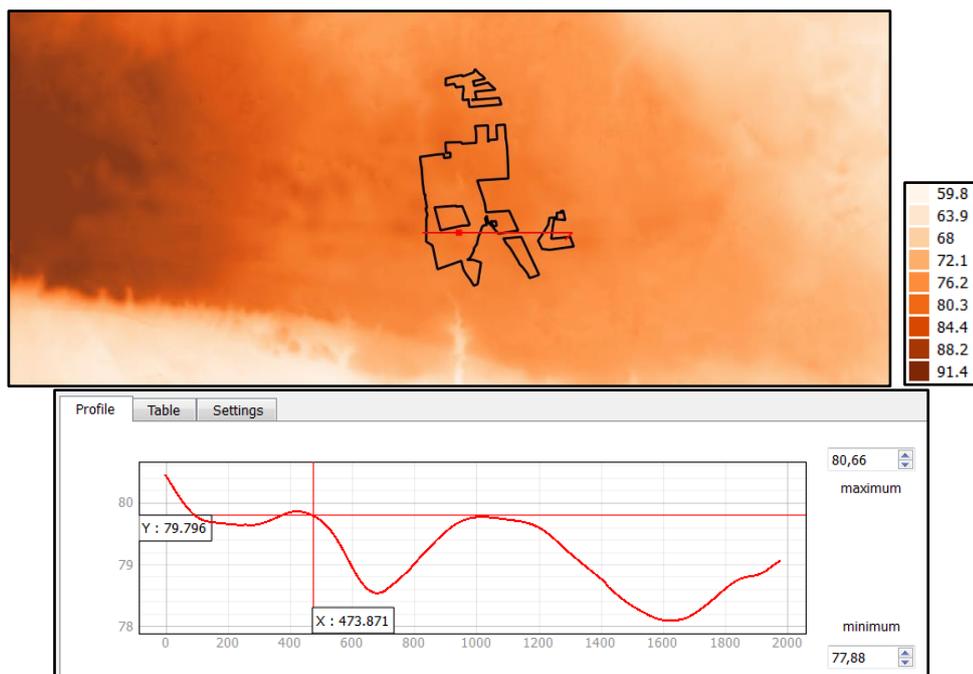


FIG 5B – Andamento topografico del terreno su sezione trasversale nell'area di progetto

Il DTM disponibile è stato utilizzato per l'elaborazione della carta delle pendenze che nell'area di progetto hanno valori inferiori al 10%. Dalla Fig.6 di seguito si evince infatti che il valore minimo di pendenza è intorno allo 0,1% (caratterizzante quasi la totalità della zona) mentre quello massimo è pari al 4,05%, in corrispondenza del tratto terminale di un reticolo idrografico non interessato dalla presenza di opere di impianto.

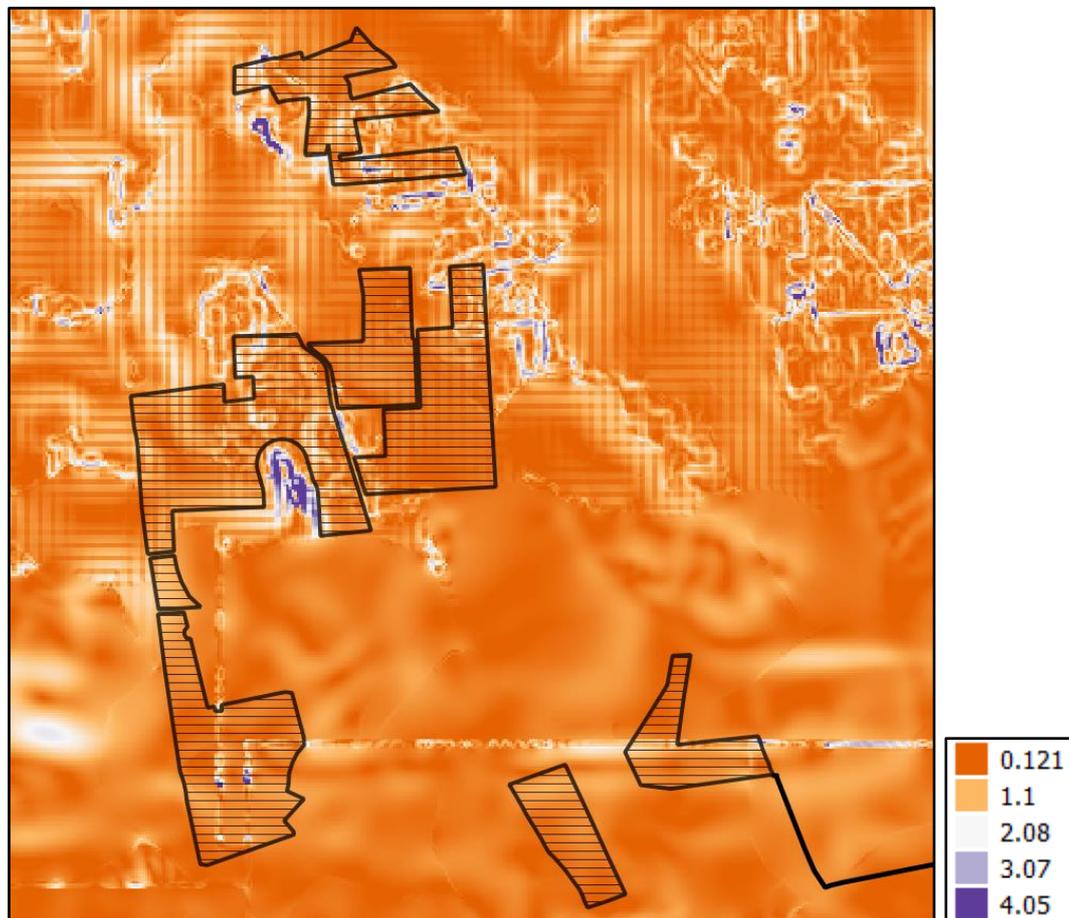


FIG 6 – Carta delle pendenze nell'area di intervento

4. CONFORMITÀ DELL'INTERVENTO CON IL PAI (PIANO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO)

La Regione Puglia, nella veste dell'Autorità di Bacino (AdB) ha redatto il PAI (Piano di Bacino stralcio per l'Assetto Idrogeologico), con Delibera n. 25 del 15 Dicembre 2004 e approvato in via definitiva con Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Puglia n. 39 del 30 novembre 2005. Il PAI, costituendo ai sensi dell'articolo 17, comma 6 ter della Legge 18 maggio 1989 n. 183, il Piano Stralcio del Piano di Bacino, ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo, tecnico e operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Regione Puglia.

Il PAI è composto dalla Relazione Generale, dalle Norme Tecniche di Attuazione (NTA) e dagli elaborati grafici. Le NTA del PAI sono organizzate secondo il relativo campo di applicazione, di seguito esposto: Assetto Idraulico; Assetto Geomorfologico; Programmazione ed Attuazione delle Azioni del PAI; Procedure di Formazione, Revisione, Verifica e Aggiornamento del PAI; Disposizioni Generali Finali. Con il PAI entrano in vigore le norme di salvaguardia per il territorio pugliese mirate "al miglioramento

delle condizioni di regime idraulico e di stabilità geomorfologia necessarie a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso" (art. 1, Titolo I).

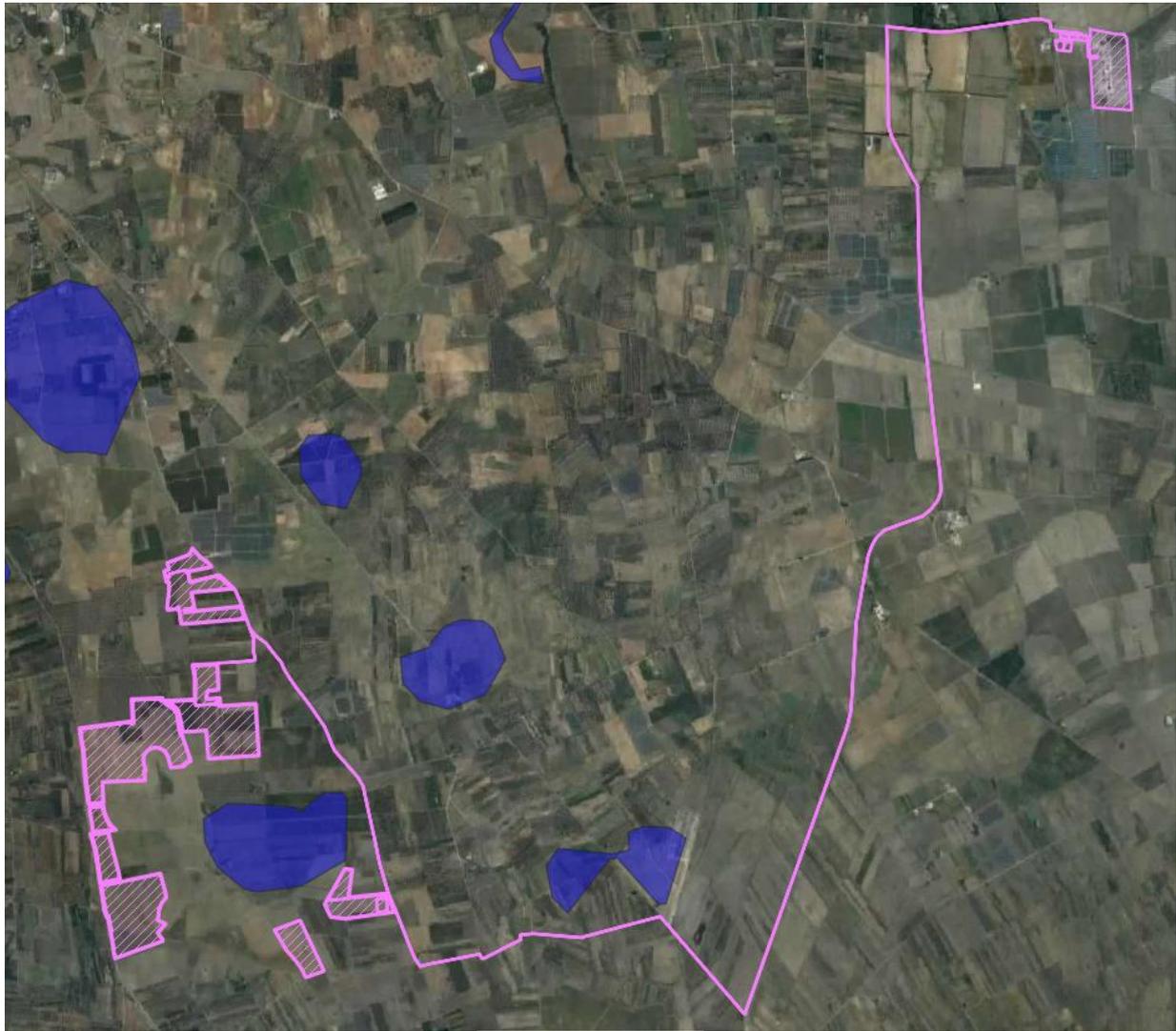
Il PAI ha classificato le zone del territorio regionale in base a: *Pericolosità idraulica*, *Pericolosità geomorfologia*, e *Rischio*. Le aree a *Pericolosità idraulica* sono così classificate: AP aree ad alta probabilità di inondazione, MP aree a media probabilità di inondazione, e BP aree a bassa probabilità di inondazione. Le aree a *Pericolosità geomorfologica* sono così classificate: aree a pericolosità geomorfologica molto elevata (P.G.3), aree a pericolosità geomorfologica elevata (P.G.2), aree a pericolosità geomorfologica media e moderata (P.G.1).

Sono definite quattro classi di *Rischio*: moderato R1, per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali; medio R2, per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche; elevato R3, per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture, con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale; molto elevato R4, per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale e la distruzione di attività socio-economiche.

Le aree interessate dal progetto di impianto e dalle opere di connessione non sono oggetto di perimetrazione aree a pericolosità o rischio idraulico o geomorfologico del PAI (Fig. 7).

La carta idrogeomorfologica regionale individua la presenza di un ramo del reticolo idrografico locale e una conca (recapito di bacino endoreico) in prossimità di alcune aree di impianto (Fig.8). Il percorso in MT di vettoriamento dell'energia (interrato) attraversa alcuni rami del reticolo (Fig.8A).

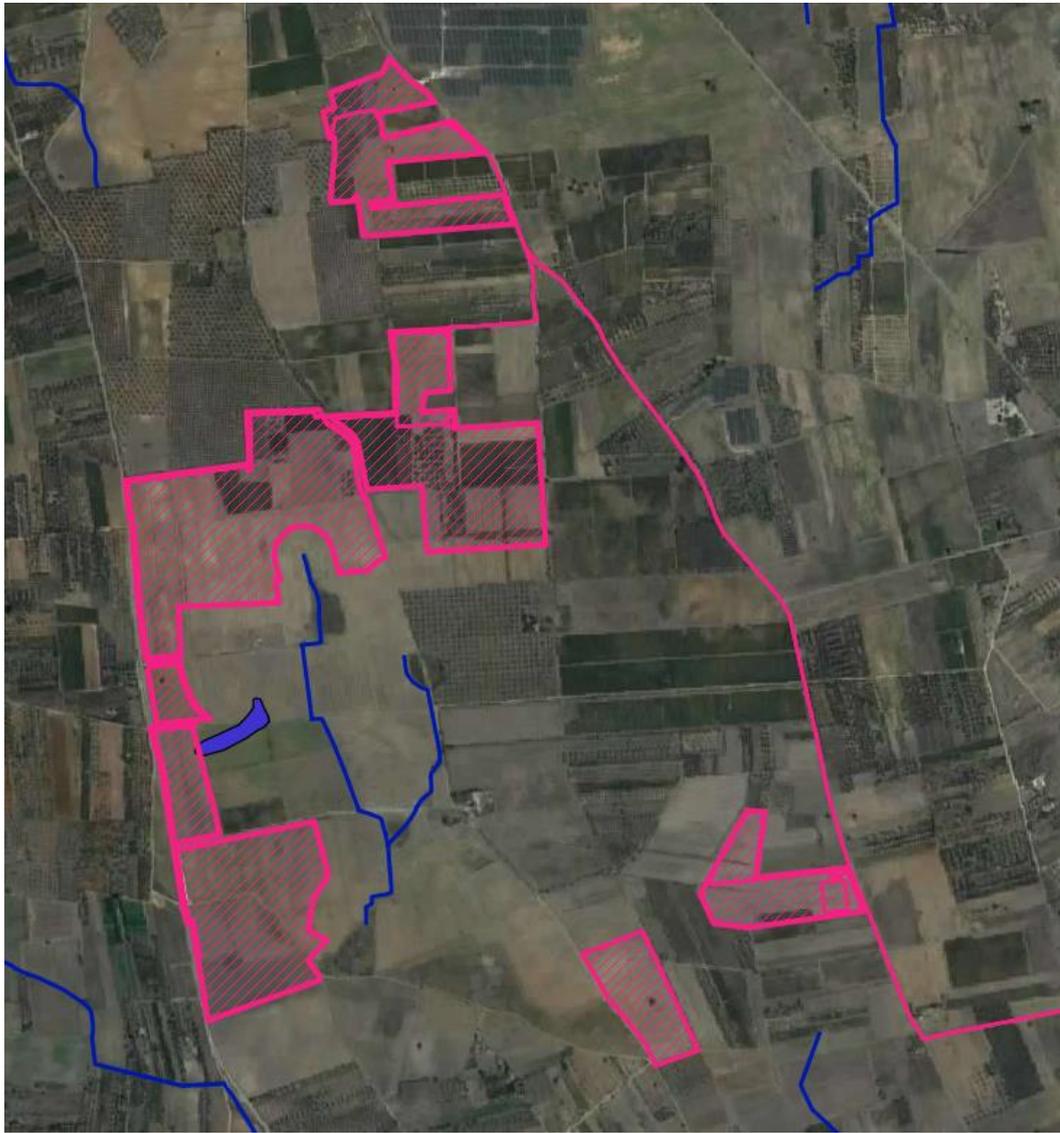
Con riferimento alle NTA del PAI, applicando i relativi buffer di 75 m per la definizione dell'alveo fluviale in modellamento attivo e aree golenali (Art. 6 delle NTA) e di ulteriori 75 m per le fasce di pertinenza fluviale (Art. 10 delle NTA), si ottiene una fascia di sovrapposizione all'area oggetto di impianto (Fig.9, 9A). Con riferimento alle NTA, nei primi 75 m vige un vincolo di inedificabilità, mentre nei successivi la realizzazione di interventi è possibile, previa verifica della sicurezza idraulica in uno studio di compatibilità idrologica-idraulica subordinato al parere favorevole di ADB.



Pericolosità e Rischio

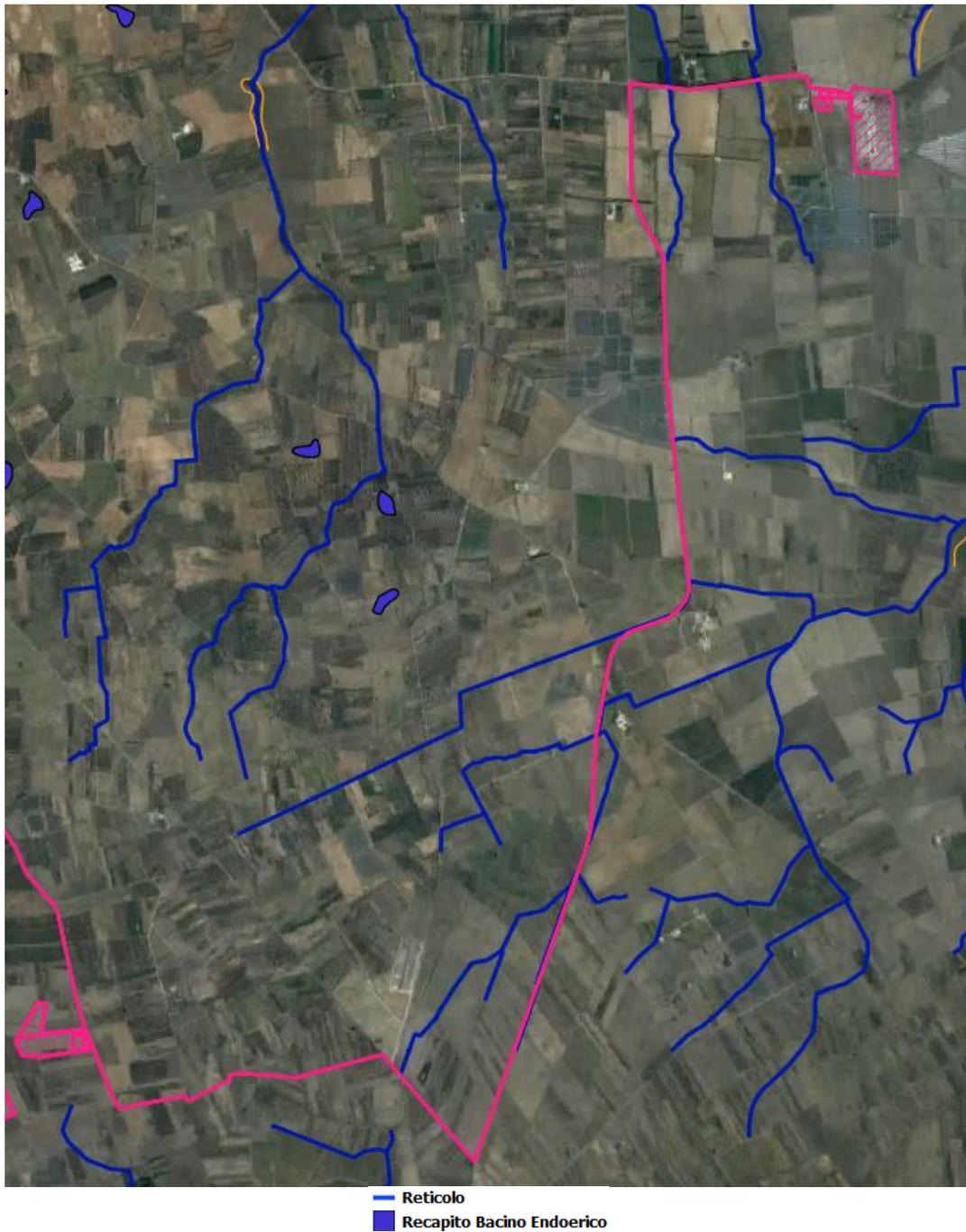
- Peric. Geomorf.**
- media e moderata (PG1)
 - elevata (PG2)
 - elevata (PG3)
- Peric. Idraulica**
- bassa (BP)
 - media (MP)
 - alta (AP)

FIG 7 - Stralcio PAI (Piano Assetto Idrogeologico) AdB



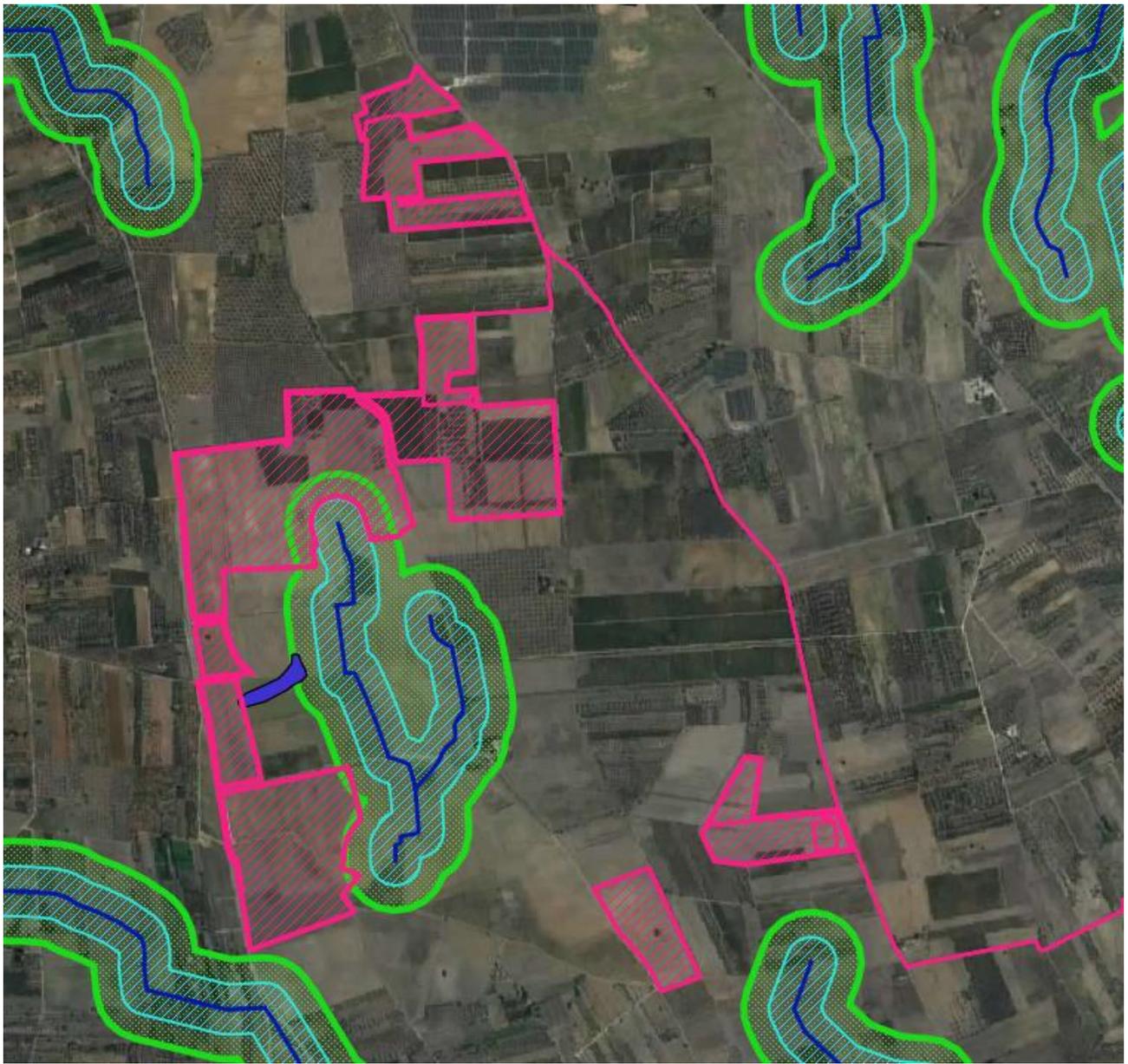
— Reticolo
■ Recapito Bacino Endoerico

FIG 8– Reticolo idrografico e conca (recapito di bacino endoerico) in prossimità di alcune opere di impianto.



— Reticolo
■ Recapito Bacino Endoerico

FIG 8A – Il percorso in MT di vettoriamento dell'energia (interrato) che attraversa alcuni rami del reticolo



Art 6 NTA PAI
Art 10 NTA PAI

FIG.9 – Art.6 e Art.10 delle NTA del PAI all'interno e in prossimità delle opere di impianto

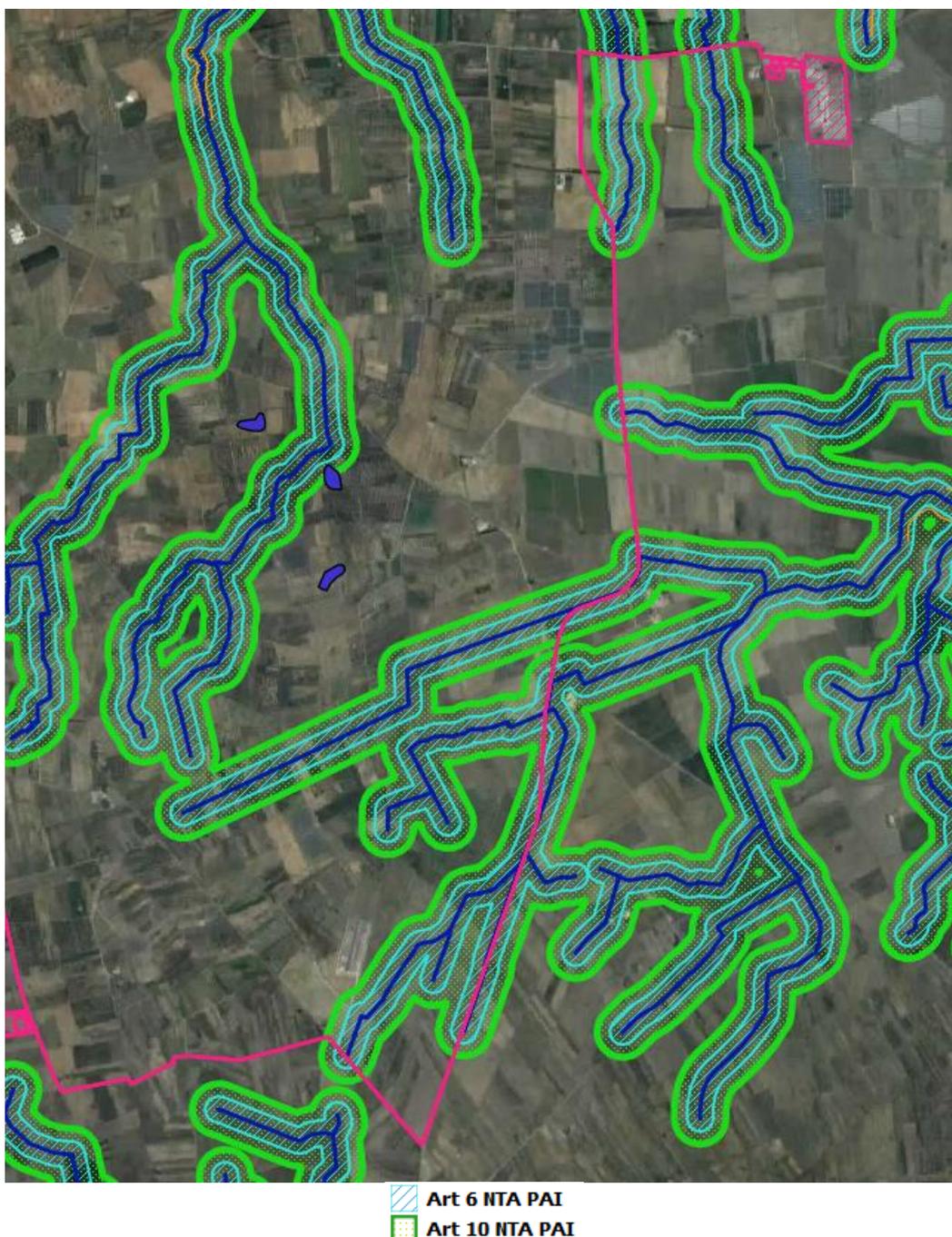


FIG.9A – Art.6 e Art.10 delle NTA del PAI in corrispondenza del percorso di vettoriamento dell'energia in MT

5. ANALISI IDROLOGICA

L'analisi idrologica è stata effettuata per la determinazione delle portate al colmo di piena per i tempi di ritorno di 30 e 200 anni, ai sensi del PAI. Le portate al colmo sono state calcolate sulla base del metodo VAPI Puglia, come consigliato dalla "Relazione di Piano" del PAI.

5.1 Caratteristiche dei bacini idrografici

Poiché l'obiettivo dell'analisi idrologica consiste nel valutare le portate al colmo di piena per i tempi di ritorno di riferimento, sono stati individuati i bacini idrografici comprendenti l'area di impianto e i reticoli

che intersecano l'elettrodotto di collegamento con la Sotto Stazione Utente. I bacini individuati sono n.10 (Bacino 1, Bacino 1A, Bacino 2, Bacino 3, Bacino 4, Bacino 5, Bacino 6, Bacino 7, Bacino 8, Bacino 9) (Fig. 10).

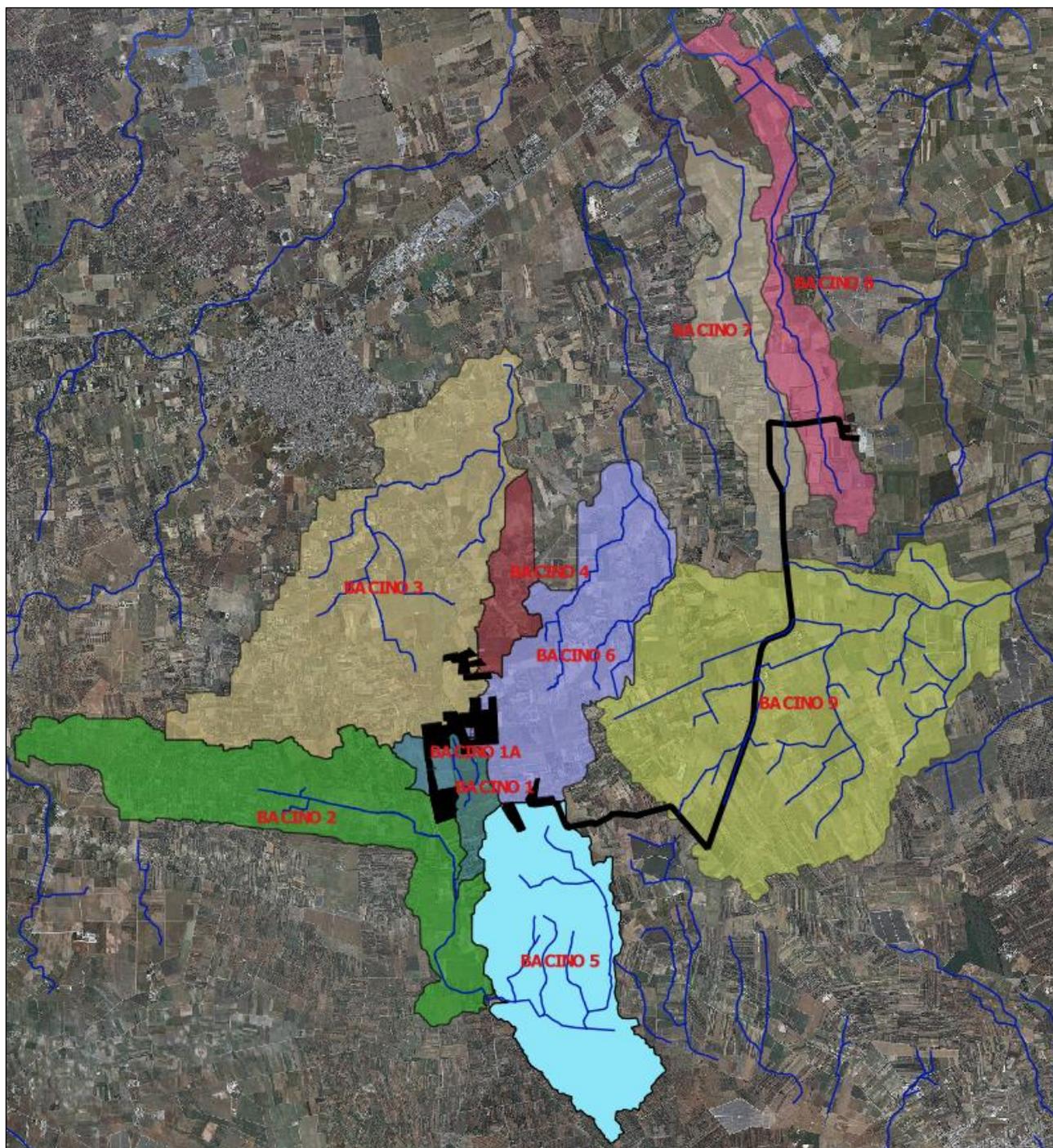


FIG 10 – Bacini idrografici afferenti l'area di realizzazione di impianto e il reticolo che interseca l'elettrodotto di collegamento con la Sotto Stazione Utente

Con l'obiettivo di estrarre i dati morfologici e altimetrici dei bacini idrografici afferenti l'area di interesse, è stato implementato un progetto GIS nel quale sono stati inseriti i dati cartografici presenti nella zona e, in particolare,

- cartografia aerofotogrammetrica ufficiale (CTR/2008), alla scala 1:5000;
- modello digitale del terreno (DTM) ricavato dai dati della CTR regionale;
- cartografia relativa all'uso del suolo, geologia e litologia
- rilievi in situ.

Il bacino idrografico è la superficie topografica dalla quale le acque di pioggia, defluendo naturalmente, confluiscono nella sezione d'interesse chiamata sezione di chiusura. La linea che delimita un bacino idrografico è una linea sempre ortogonale alle curve di livello e passante per i punti singoli di displuvio. Tale linea è costituita dalla congiungente i punti di massima curvatura delle curve di livello in corrispondenza dei quali le stesse volgono la convessità verso le quote decrescenti.

L'identificazione dei bacini è stata eseguita dopo aver individuato la rete idrografica, costituita dalle linee di impluvio (o compluvio) secondo le quali defluiscono naturalmente le acque che si raccolgono nel bacino stesso. La rete dei canali è costituita da linee di massima pendenza ortogonali alle curve di livello e passanti per i punti di massima curvatura di esse in corrispondenza dei quali le stesse volgono la convessità verso le quote crescenti.

Dei n.10 bacini idrografici su menzionati quello denominato "Bacino 1A" (facente parte del Bacino 1) è caratterizzato dalla presenza di un recapito endoerico (Fig.11 e 12).

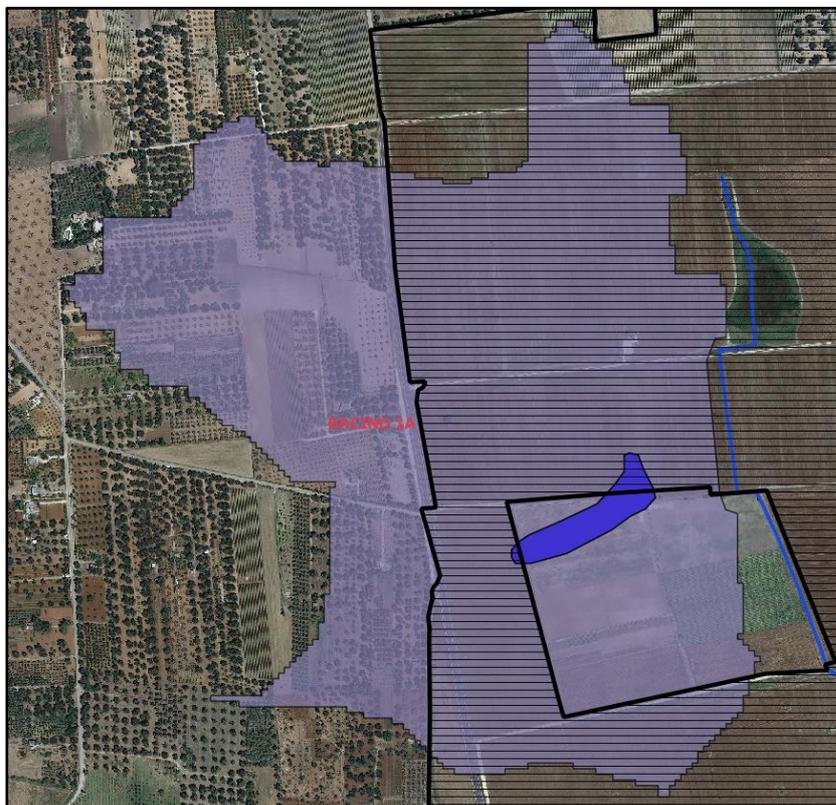


FIG 11 – Bacino 1A e recapito endoerico

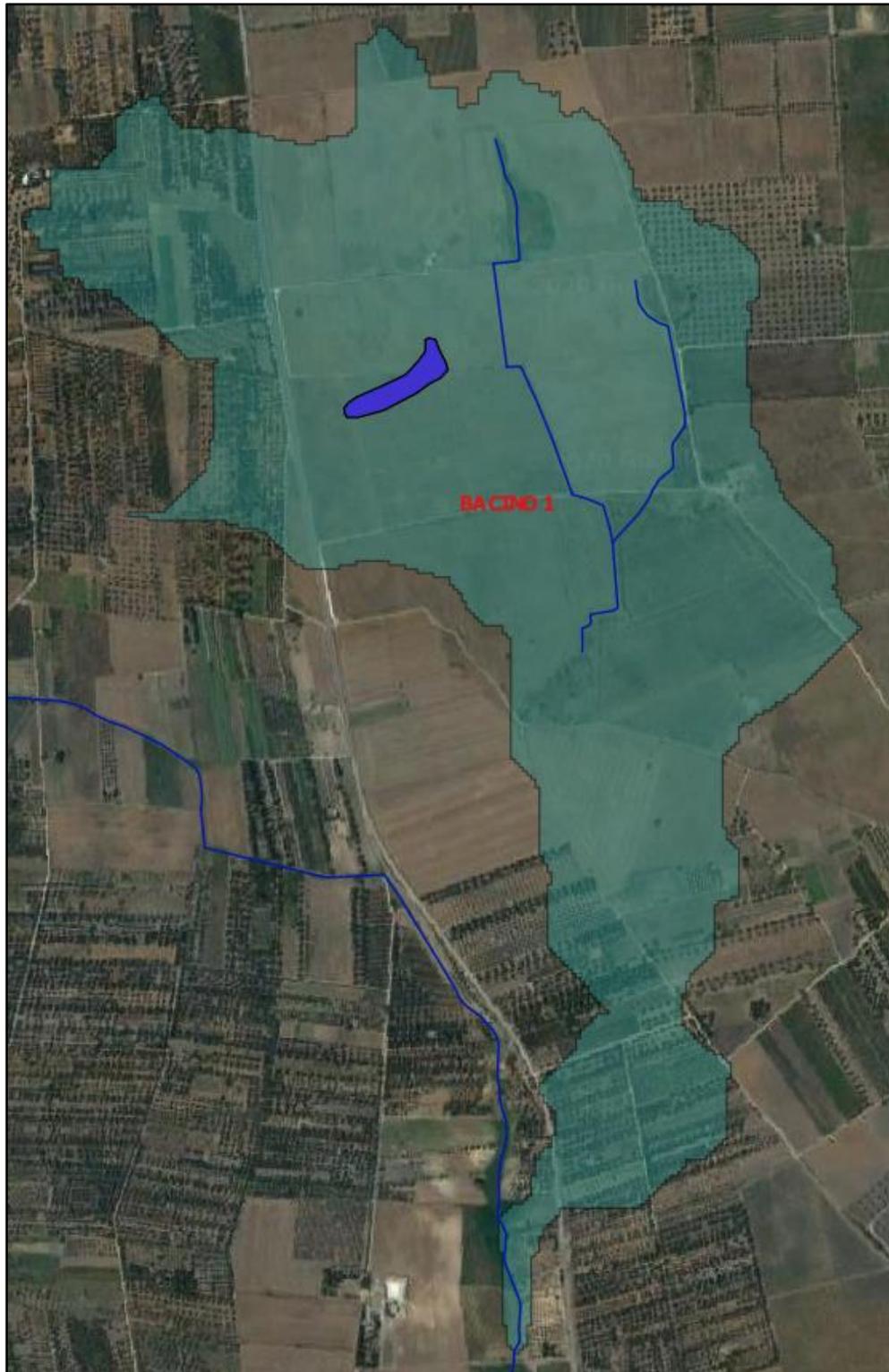


FIG 12 – Bacino 1 e recapito endoerico

In base alla localizzazione del reticolo idrografico in corrispondenza dell'area di impianto e di attraversamento dell'elettrodotto interrato verso la Sotto Stazione Utente, degli eventuali recapiti endoerici, l'analisi idrologica è stata prodotta sui seguenti bacini individuati: Bacino 1, Bacino 2, Bacino 1A, Bacino 7, Bacino 8, Bacino 9.

I dati di “elevazione del terreno” sono stati elaborati in ambiente GIS mediante l'applicazione degli algoritmi “FillSinks, Catchment Area, Channel Network, WatershedBasins, VectorizeRasterLayer”; i risultati ottenuti sono stati poi rettificati mediante l'utilizzo della fotointerpretazione da ortofoto e confrontati con i rilievi effettuati in campo.

Le caratteristiche fisiografiche dei bacini idrografici sono state ricavate mediante l'applicazione di strumenti analitici in ambiente GIS.

Superficie Bacino: è stata calcolata dal menù richiamabile dalla finestra del database associato agli oggetti vettoriali.

Quote minima, media e massima del bacino: sono state individuate consultando le proprietà relative alla matrice ottenuta ritagliando il DEM utilizzando come maschera di selezione l'estensione del bacino in formato raster.

Lunghezza dell'asta fluviale principale: è stata ottenuta tramite l'applicazione “Lenght” disponibile nel menù richiamabile dalla finestra del database associato agli oggetti vettoriali.

Pendenza media dell'asta fluviale: è stata valutata come media delle pendenze dei singoli tratti componenti l'asta principale; queste ultime, ricavate tramite le quote corrispondenti ad ogni nodo, sono state valutate come rapporto tra la variazione di quota tra le estremità di ciascun tratto e la lunghezza dello stesso.

Quota della sezione di chiusura: è stata valutata semplicemente tramite interrogazione diretta del DEM in corrispondenza della sezione di chiusura prefissata.

Nella seguente tabella sono indicate le caratteristiche fisiografiche dei bacini di interesse individuati.

CARATTERISTICHE FISIOGRAFICHE	BACINO 1	BACINO 2	BACINO 1A	BACINO 7	BACINO 8	BACINO 9
<i>Superficie Bacino in Km² (S_b)</i>	1,58	9,82	0,61	5,90	4,87	20,77
<i>Perimetro Bacino in Km</i>	10,19	31,44	4,85	22,53	26,26	27,02
<i>Quota massima bacino in m s.l.m. (q_{max})</i>	82,58	99,85	82,58	69,87	64,53	78,59
<i>Quota media bacino in m s.l.m. (q_{med})</i>	79,28	80,59	80,10	53,08	50,44	67,86
<i>Quota minima bacino in m s.l.m. (q_{min})</i>	66,74	55,01	78,43	36,18	30,93	52,75
<i>Lunghezza asta principale in Km (L)</i>	2,80	9,75	1,12	7,67	8,86	7,53
<i>Pendenza media dell'asta principale (%) (i_a)</i>	0,65	0,68	0,68	0,44	0,38	0,34
<i>Pendenza media del bacino (%)</i>	0,65	0,98	0,68	0,99	1,31	0,71
<i>Quota sezione di chiusura in m s.l.m. (q₀)</i>	66,81	55,09	80,10	36,18	30,93	52,75
<i>“Curve Number” del metodo SCS (Soil Conservation Service) (CN)</i>	79	73	78	76	75	76
<i>Coefficiente di deflusso</i>	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30

Il Curve Number

Per la definizione del Curve Number (CN) è stato utilizzato il metodo SCS-CN del Soil Conservation Service. Il CN è un numero adimensionale, i cui valori sono compresi tra 100 e 0, che rappresenta l'attitudine del bacino a produrre deflusso e si stima in funzione delle caratteristiche idrologiche dei suoli e di copertura vegetale. Il CN viene di prassi stimato sulla base di tabelle funzioni della permeabilità e degli usi del suolo ed effettuando delle valutazioni medio ponderate sui bacini idrografici oggetto di indagine.

Per il calcolo del CN nell'ambito del presente studio si è fatto riferimento alla metodologia adottata nello "Studio per la definizione delle opere necessarie alla messa in sicurezza del reticolo idraulico pugliese – Arco Jonico" redatto dall'AdB Puglia. Con l'impiego di tecniche GIS viene calcolato il valore del CN sulla base dei seguenti strati informativi:

- Carta geo-litologica della Puglia 1:250.000, impostata sulla elaborazione e sintesi della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, elemento della Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia, redatta dall'Autorità di Bacino della Puglia (delibera n. 48/2009)
- Carta di Uso del Suolo della Carta Tecnica Regionale del SIT Puglia aggiornata al 2011 e a IV livello della Corine Land Cover.

Le quattro classi di permeabilità (A, B, C, D) del metodo SCS-CN sono state attribuite alle unità geolitologiche dell'area, così come descritte nella Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia, redatta dall'Autorità di Bacino della Puglia (delibera n. 48/2009), pubblicata sul portale internet della stessa Autorità (www.adb.puglia.it). Il livello di permeabilità è stato associato a ciascuna unità valutando in maniera qualitativa porosità, fessurazione, fratturazione, carsismo e pendenza.

Di seguito la descrizione delle 4 classi di permeabilità:

- 1) **A:** permeabilità alta, bassa capacità di deflusso, suoli con elevata capacità di infiltrazione anche se completamente saturi, sabbie e ghiaie profonde ben drenate; notevole conducibilità idrica.
- 2) **B:** permeabilità medio-alta, suoli con moderata capacità di infiltrazione se saturi, suoli con tessitura medio-fine e bassa capacità di infiltrazione, conducibilità idrica media.
- 3) **C:** permeabilità medio-bassa, suoli con bassa capacità di infiltrazione se saturi, suoli con tessitura medio-fine e bassa capacità di infiltrazione, conducibilità idrica bassa.
- 4) **D:** permeabilità bassa, capacità di deflusso elevata, suoli con capacità di infiltrazione ridottissima in condizioni di saturazione, suoli ricchi di argilla rigonfianti, conducibilità idrica estremamente bassa.

UNITA' GEOLITOLOGICA	Classe permeabilità
Unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica	B
Unità prevalentemente calcarea o dolomitica	A

Per la definizione del CN sono state anche associate alle diverse tipologie di uso del suolo le classi di permeabilità

CATEGORIA DI USO DEL SUOLO	Classi permeabilità	
	A	B
Aree a pascolo naturale, praterie, incolti	68	79
Aree a vegetazione sclerofilla	45	66
Boschi di conifere	45	66
Colture temporanee associate a colture permanenti	62	71
Frutteti e frutti minori	62	71
Prati alberati, pascoli alberati		
Insedimenti produttivi agricoli	68	79
Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali	62	71
Reti ed aree per la distribuzione, la produzione e il trasporto dell'energia	92	93
Reti stradali e spazi accessori	98	98
Aree per gli impianti delle telecomunicazioni	92	93
Suoli rimaneggiati e artefatti	89	92
Seminativi semplici in aree non irrigue	72	81
Uliveti	62	71
Vigneti	62	71

Tessuto residenziale sparso	78	80
-----------------------------	----	----

Il Coefficiente di deflusso

Per tutti i bacini analizzati è stato definito il coefficiente di deflusso (Cd) in funzione della permeabilità dei litotipi affioranti, delle caratteristiche morfologiche dei terreni e dell'uso del suolo.

Nella tabella successiva la correlazione tra i codici dell'uso del suolo e i valori del coefficiente di deflusso (Cd):

Codice Uso del Suolo	Descrizione	Cd(-)
111	Tessuto urbano continuo	0.90
112	Tessuto urbano discontinuo	0.80
121	Aree industriali e commerciali	0.80
122	Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori	0.80
124	Aeroporti	0.80
131	Aree ad attività estrattiva	0.60
133	Cantieri	0.40
141	Aree verdi urbane	0.30
142	Aree ricreative	0.50
211	Seminativi in aree non irrigue	0.35
212	Seminativi in aree irrigue	0.40
213	Risaie	0.35
221	Vigneti	0.50
222	Frutteti e frutti minori	0.45
223	Oliveti	0.45
231	Prati stabili	0.30
241	Colture temporanee associate a colture permanenti	0.35
242	Sistemi colturali e particellari complessi	0.35
243	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali	0.35
311	Boschi di latifoglie	0.25
312	Boschi di conifere	0.25
313	Boschi misti	0.25
321	Aree a pascolo naturale e praterie di alta quota	0.40
322	Brughiere e cespugliete	0.45
324	Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	0.45
331	Spiagge, dune, sabbie	0.10
332	Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti	0.65
333	Aree con vegetazione rada	0.50
335	Ghiacciai e nevi perenni	0.80
511	Corsi d'acqua, canali e idrovie	1.00
512	Bacini d'acqua	0.80

5.2 Valutazione dei Tempi di Corrivazione

Il tempo di corrivazione di un bacino idrografico (T_c) rappresenta il tempo che una goccia d'acqua impiega per raggiungere la sezione di chiusura del bacino a partire dal punto idraulicamente più lontano da essa. Il tempo di corrivazione è comunemente espresso attraverso relazioni che contengono i parametri morfometrici del bacino. Tra le varie relazioni che possono essere utilizzate nella valutazione del tempo di corrivazione quella di "Viparelli" è sicuramente la più adatta alle caratteristiche di estensione e morfometria dei bacini considerati.

TEMPO DI CORRIVAZIONE (T_c) IN ORE	BACINO 1	BACINO 2	BACINO 7	BACINO 8	BACINO 9
Viparelli	0,52	1,81	0,63	0,65	0,75

5.3 Valutazione delle portate al colmo di piena – Metodo VAPI Puglia

5.3.1 Bacini esoeurici

La valutazione della massima precipitazione al variare del tempo di ritorno è stata svolta, rifacendosi alla metodologia proposta dal Gruppo Nazionale Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche nell'ambito degli studi per la "Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centromeridionale".

Per la stima delle portate al colmo di piena si è fatto riferimento al rapporto VAPI relativo alla Regione Puglia, come suggerito dalle Norme di Attuazione del "Piano di Bacino Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico (PAI)" redatto dall' Autorità Interregionale di Bacino della Puglia. Secondo tale rapporto il territorio di competenza dell'ADB della Puglia è stato suddiviso in 6 aree pluviometriche omogenee; la porzione di territorio oggetto di intervento ricade nella zona 6 (Fig. 13).

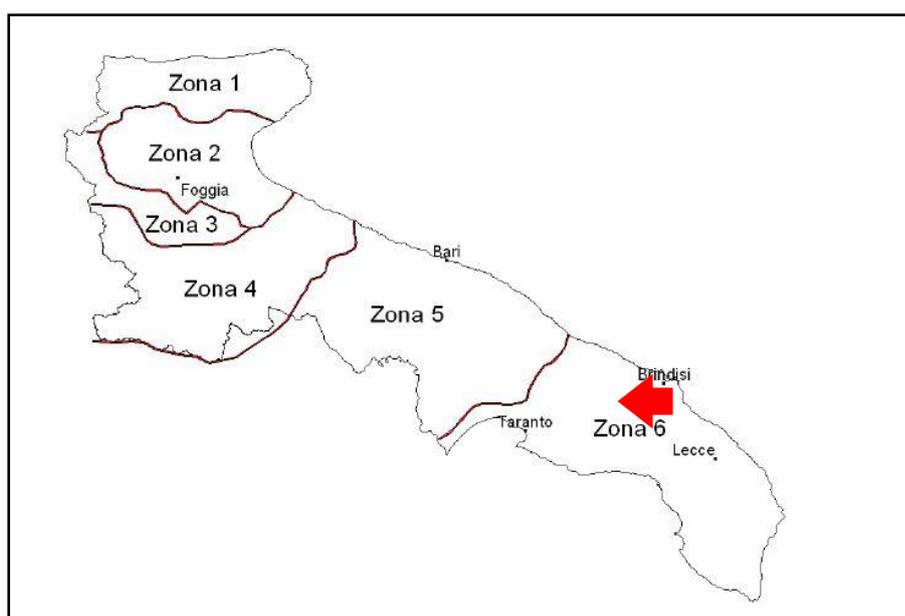


FIG 13 - Aree pluviometriche omogenee nella Regione Puglia

Il metodo suddetto prevede il calcolo delle altezze critiche di precipitazione utilizzando la seguente espressione (valida all'interno della "zona 6"):

$$X(t,z) = 33.7 t^{[(0.488+0.0022 z)/3.178]} = a' t^n$$

dove:

"z" (m.s.l.m.): quota caratteristica del bacino;

"t" (h): tempo di corrivazione del bacino.

A seconda del tempo di ritorno considerato in seguito l'altezza di pioggia deve essere moltiplicata per un coefficiente di crescita dato dalla seguente espressione:

$$K_T = 0.1599 + 0.5166 \ln(T)$$

Nella seguente tabella il calcolo dei parametri delle curve di possibilità pluviometrica e le altezze di precipitazione critica "h" per i tempi di ritorno di riferimento di 30, 200 e 500 anni per il bacino idrografico di riferimento.

Curve di possibilità pluviometrica ed altezze di precipitazione (VAPI, zona 6)											
Bacino Idrografico	K30 (-)	K200 (-)	K500 (-)	a' (mm)	a30 (-)	a200 (-)	a500 (-)	n (-)	h30 (mm)	h200 (mm)	h500 (mm)
1	1,92	2,90	3,37	33,7	64,70	97,73	113,57	0,208	41,44	62,59	72,74
2	1,92	2,90	3,37	33,7	64,70	97,73	113,57	0,209	41,48	62,65	72,80
7	1,92	2,90	3,37	33,7	64,70	97,73	113,57	0,190	49,31	74,47	86,55
8	1,92	2,90	3,37	33,7	64,70	97,73	113,57	0,188	50,78	76,70	89,13
9	1,92	2,90	3,37	33,7	64,70	97,73	113,57	0,200	59,30	89,57	104,09

Le portate di piena sono state calcolate utilizzando il Metodo Razionale o formula di Turazza:

$$Q = (K S c i) / 3.6 = (K S c a t^{n-1}) / 3.6 = (K S c K_T a' t^{n-1}) / 3.6$$

dove:

"K" (-) = fattore di riduzione areale

"S" (km²) = superficie del Bacino

"i" (mm/h) = intensità di precipitazione

"c" (-) = coefficiente di deflusso

Per il calcolo del fattore di riduzione areale, come consigliato dalla Relazione di Piano del PAI, è stata

utilizzata la formula dello *US Weather Bureau* che esprime tale fattore in funzione della superficie “S” e del tempo di corrivazione del bacino “t”:

$$K = 1 - (1 - e^{-0.0021 S}) e^{-0.53 t^{0.25}}$$

Nella tabella seguente i valori delle portate al colmo di piena per i tre tempi di ritorno di riferimento.

Bacino Idrografico	Portate al colmo di piena (VAPI, zona 6)		
	Q30 (m ³ /s)	Q200 (m ³ /s)	Q500 (m ³ /s)
1	9,58	14,44	16,65
2	22,178	33,438	38,56
7	6,27	9,47	11,00
8	6,20	9,36	10,88
9	5,59	8,46	9,83

5.3.2 Bacino endoerico

Il Bacino denominato “Bacino 1A”, facente parte del “Bacino 1”, è interessato dalla presenza di una “conca” avente un’area di 10355 m². Dall’analisi delle quote e delle curve di livello estratte dal DTM con equidistanza pari a 0,10 m si nota come in realtà l’area in esame non ha la conformazione morfologica di una depressione (Fig.14).



FIG 14 – Recapito di bacino endoreico, come da carta idrogeomorfologica della regione puglia, in prossimità e in corrispondenza di una delle aree di impianto

6. ANALISI IDRAULICA

L'analisi idraulica ha lo scopo di determinare i profili di corrente relativi ai tempi di ritorno prefissati, in questo caso di 30 e 200 anni. Tali profili sono necessari per la fase di individuazione delle aree a rischio idraulico. La verifica idraulica è stata effettuata in corrispondenza delle sezioni tracciate sulla scorta dei dati cartografici a disposizione, in particolare dei dati altimetrici digitali e di un rilievo topografico effettuato in loco mediante strumentazione GPS. Alla base dell'analisi idraulica sono stati presi in considerazione i parametri idrogeologici individuati.

6.1 Teoria dei Modelli Idraulici adottati

Il Modello matematico idraulico è una rappresentazione del sistema reale mediante l'utilizzo di un insieme di relazioni matematiche. La complessità del modello dipende dal sistema che si deve descrivere. I diversi tipi di modelli esistenti possono essere classificati secondo differenti criteri: modelli fisici (di scala, analogici, di simulazione) oppure astratti (deterministici, aggregati e distribuiti o non deterministici, probabilistici e stocastici), ecc. Nel presente studio sono stati utilizzati modelli (e quindi modellazione) di tipo monodimensionale e bidimensionale:

- Modellazione monodimensionale – per lo studio dei reticoli incisi presenti in corrispondenza dell'area di impianto e dell'elettrodotto interrato verso l'area della Sotto Stazione Utente
- Modello bidimensionale – per lo studio dell'effetto al suolo delle piene dei reticoli e dell'eventuale “conca” presenti in corrispondenza dell'area di impianto.

Modello monodimensionale

Per il calcolo è stato utilizzato il codice HEC RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System), software prodotto dallo US ARMY Engineering Corps, e reso disponibile attraverso internet (www.hec.usace.army.mil).

Modello bidimensionale

Il modello bidimensionale prevede la costruzione di un modello digitale del terreno utilizzato come base della caratterizzazione. Per il calcolo è stato utilizzato il software FLO2D, che studia la dinamica della modellazione della piena in condizioni di alvei incisi e di territori pianeggianti; modella la propagazione secondo due direzioni anziché una come i modelli monodimensionali. Gli approfondimenti di utilizzo del software si rimandano al sito ufficiale www.flo2D.com.

6.2 Geometria dei corsi d'acqua e delle aree limitrofe

Per determinare la geometria dei tratti di corsi d'acqua di interesse, sono state estrapolate delle sezioni trasversali mediante l'utilizzo del DTM e validati con rilievi effettuati sul campo. Tramite sw GIS sono state estrapolate le caratteristiche morfologiche del “river” di interesse e utilizzate nell'elaborazione

idraulica. Per le aree in cui è stato utilizzato il modello bidimensionale è stato tracciato il poligono di area a deflusso 2D ed è stata creata la maglia di calcolo 2D.

Bacino 1

Di seguito le sezioni misurate perpendicolari ai tratti di corso d'acqua nelle aree di interesse relativi al Bacino 1; il poligono di area a deflusso 2D con la rispettiva maglia di calcolo (Fig. 15A e 15B)

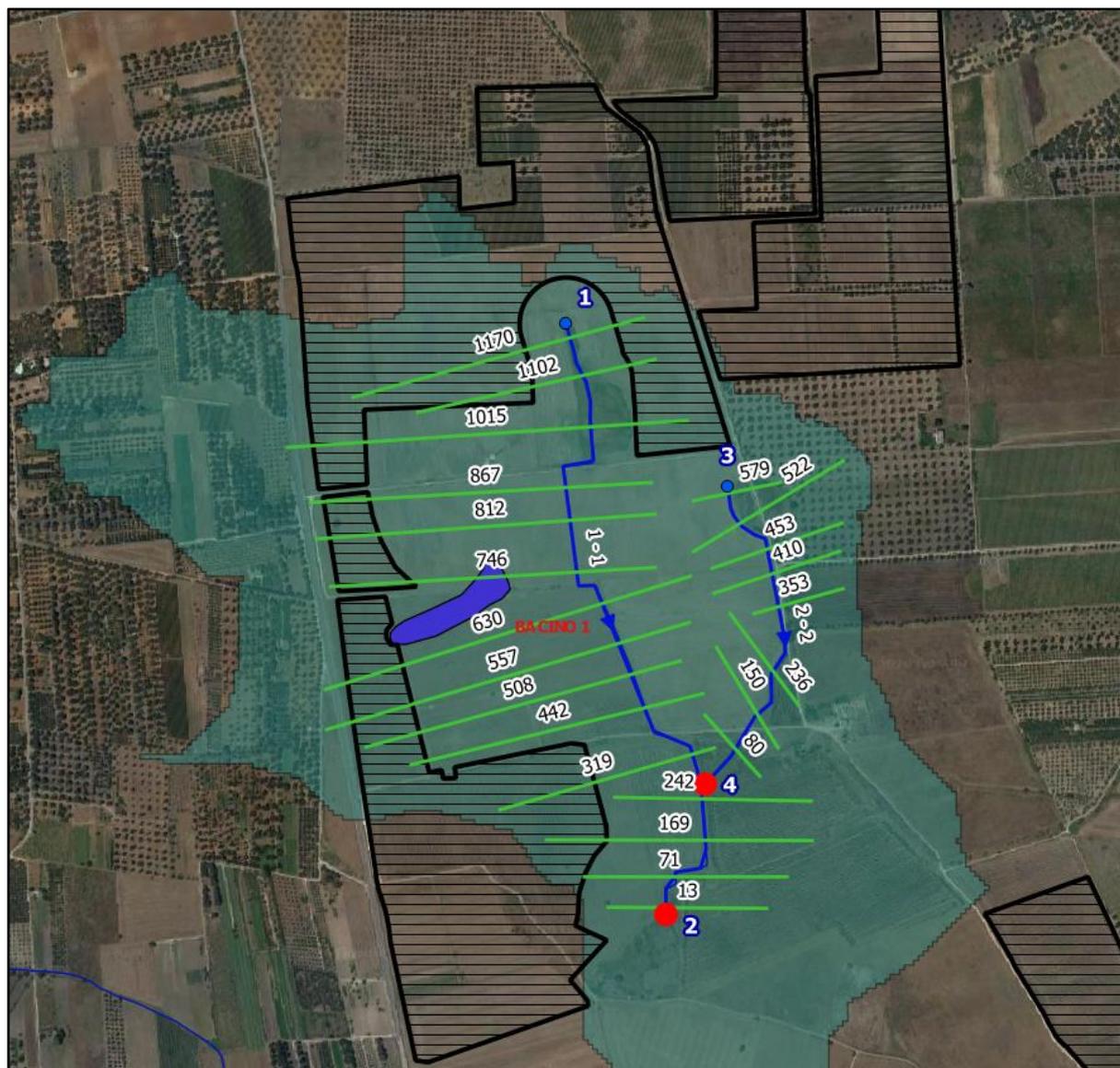


FIG 15A – Sezioni misurate in corrispondenza dei corsi d'acqua nel Bacino 1 e area di progetto

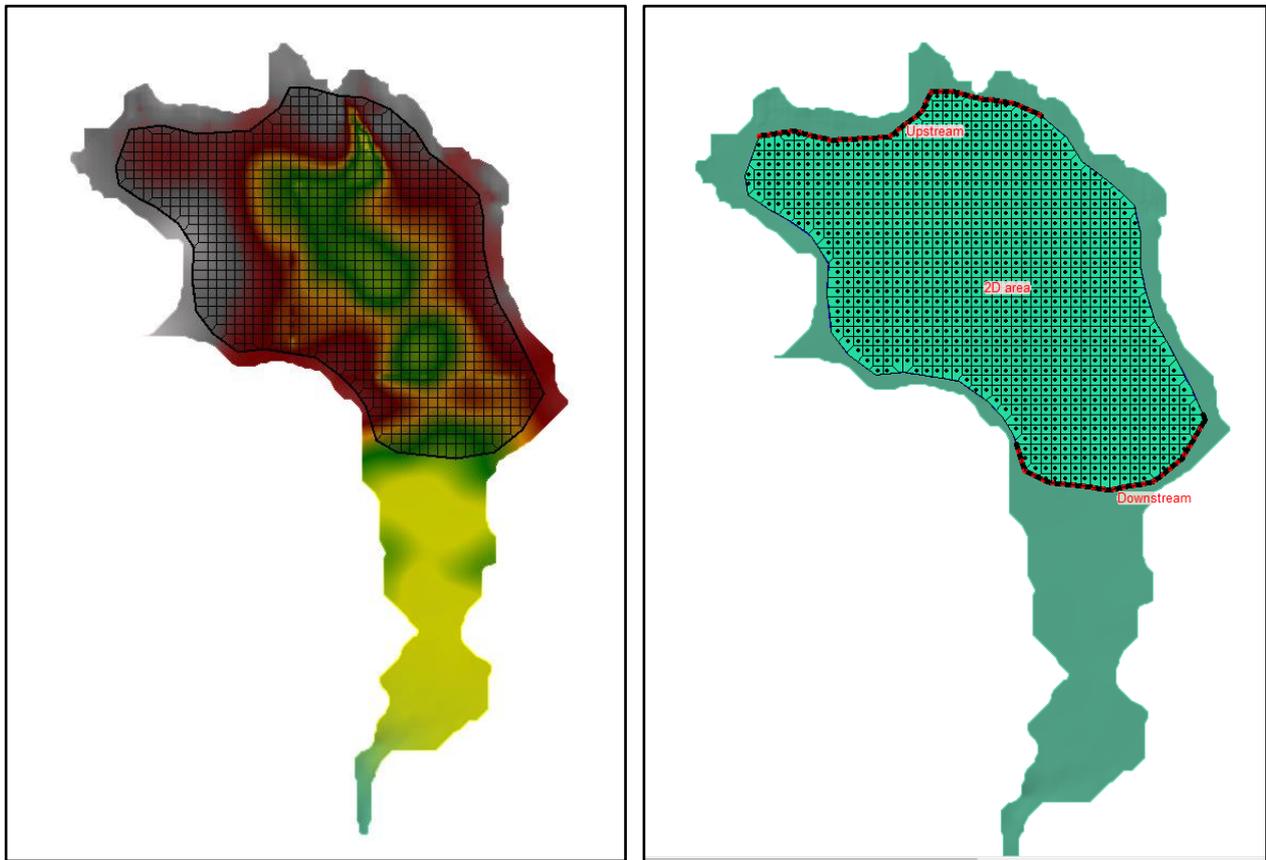


FIG 15B – Area a deflusso 2D – Bacino 1

Bacino 2

Di seguito le sezioni misurate perpendicolari al tratto di corso d'acqua in prossimità dell'area di impianto (Fig. 16).

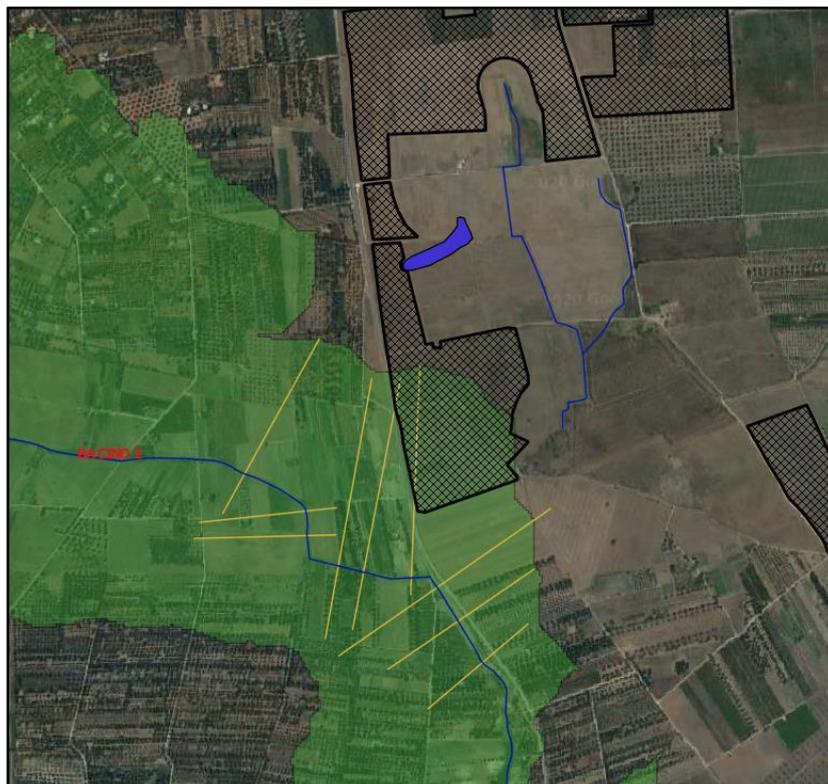


FIG 16 – Sezioni misurate in un tratto di canale in prossimità dell'area di intervento - Bacino 2

Bacino 7

Di seguito le sezioni misurate perpendicolari al tratto di corso d'acqua attraversato dall'elettrodotto interrato di collegamento con SSU (Fig. 17).

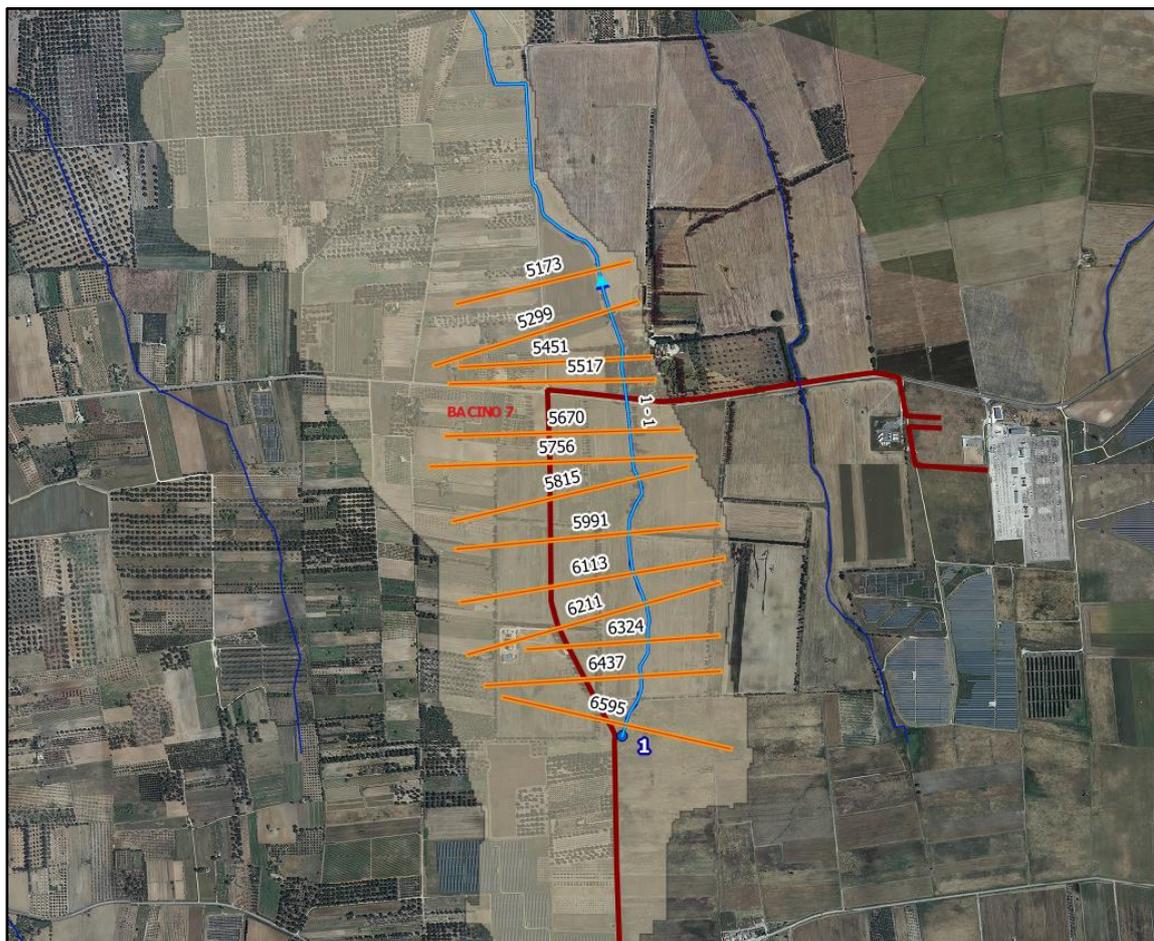


FIG 17 – Sezioni misurate in un tratto di canale in corrispondenza dell'elettrodotto verso la sotto stazione utente (colore rosso) - Bacino 7

Bacino 8

Di seguito le sezioni misurate perpendicolari al tratto di corso d'acqua attraversato dall'elettrodotto interrato di collegamento con SSU (Fig. 18).

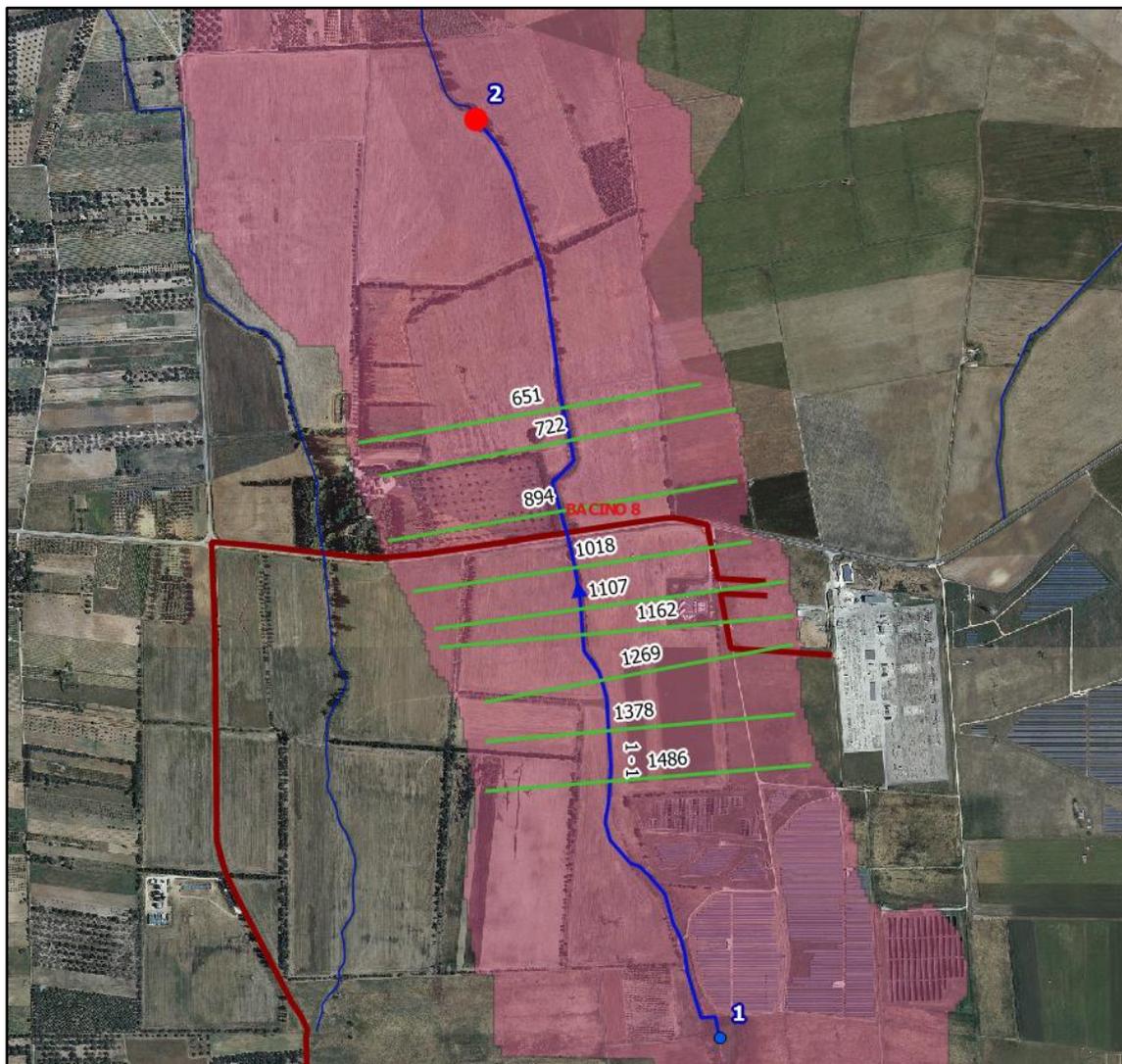


FIG 18 – Sezioni misurate in un tratto di reticolo in corrispondenza dell'elettrodotto e dell'area destinata alla realizzazione della sotto stazione utente (colore rosso) - Bacino 8

Bacino 9

Di seguito le sezioni misurate perpendicolari ai tratti di corsi d'acqua attraversati dall'elettrodotto interrato di collegamento con SSU (Fig. 19).

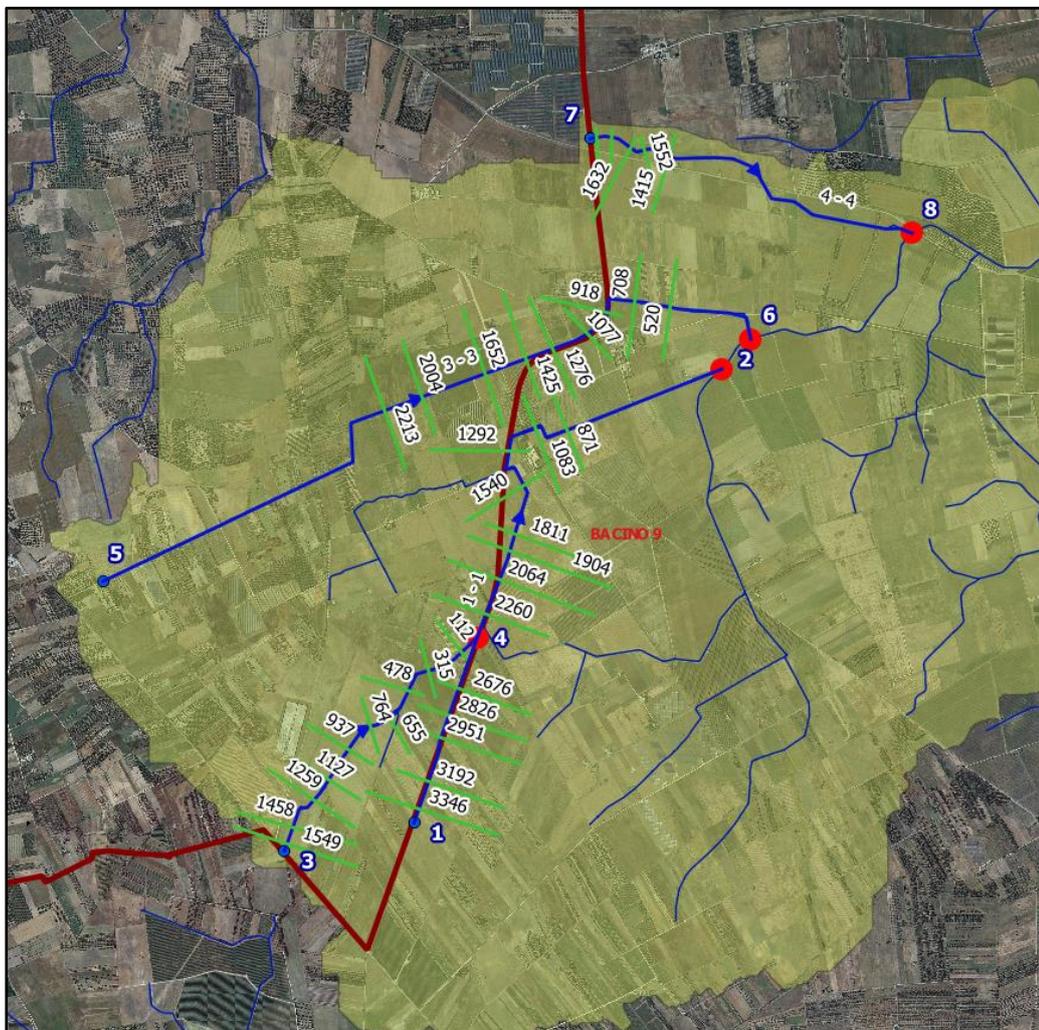


FIG 19 – Sezioni misurate nei tratti di reticolo in corrispondenza dell'elettrodotta (colore rosso) - Bacino 9

6.3 Analisi idraulica dei tratti di reticolo in corrispondenza dell'elettrodotta di collegamento con la SSU

Portate di Piena

I valori di riferimento per le portate di piena relative agli eventi con tempi di ritorno di 30 e 200 anni sono stati determinati mediante il metodo VAPI della Puglia (vedi paragrafo precedente)

Coefficiente di scabrezza

La scabrezza è uno degli elementi chiave che oppongono resistenza al moto, in questo caso dell'acqua, regolando tiranti idrici e velocità di scorrimento. Spesso si è impossibilitati ad effettuare misurazioni in campo e, per questo motivo, si ricorre a valori tratti dalla letteratura tecnica di settore. Per stimare la resistenza al flusso vengono utilizzati i valori dell'indice di Manning, in quanto è stato verificato che sono strettamente correlabili con tiranti e velocità. Alle sezioni trasversali dei tratti dei corsi d'acqua di interesse è stato assegnato un coefficiente di scabrezza pari a $0.030 \text{ s/m}^{1/3}$, in quanto caratterizzati da alvei irregolari con presenza di cespugli bassi e alberi.

Risultati della modellazione monodimensionale

Definita la geometria dei canali per i tratti di interesse si è proceduto alla modellazione idraulica in condizioni di moto permanente. Le simulazioni sono state effettuate per condizioni al contorno di stato normale a monte e a valle; le simulazioni sono state ottenute mediante “mixed flow”. Vale la pena sottolineare che la pericolosità idraulica è connessa a due fattori idrodinamici rappresentativi dei fenomeni di piena ovvero i tiranti idrici e le velocità. Si riportano di seguito i risultati della modellazione per i tratti di corsi d’acqua considerati mediante la graficizzazione della perimetrazione delle aree a pericolosità inondazione per i tempi di ritorno di 30 e 200 anni, sovrapposte al progetto in essere; in particolare dell’elettrodotto di collegamento con la SSU e la SSU (Fig. 20, 21).

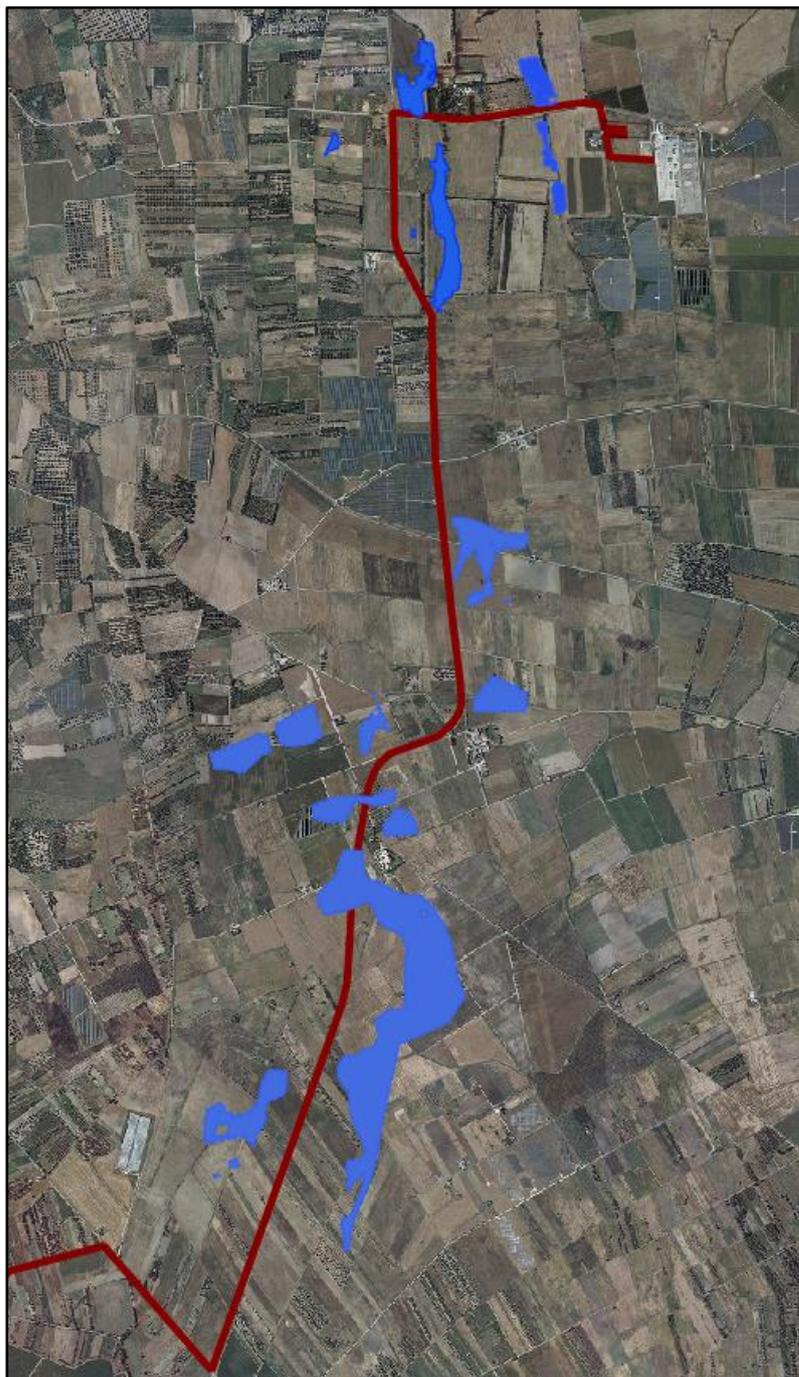


FIG 20 – Perimetrazione aree a pericolosità allagamento $T_r=30$ anni – Elettrodotto di collegamento con la Sotto stazione utente (SSU) e l’area di progetto della SSU.



FIG 21 – Perimetrazione aree a pericolosità allagamento $T_r=200$ anni – Elettrodotto di collegamento con la Sotto stazione utente (SSU) e l'area di progetto della SSU.

6.4 Analisi idraulica dei tratti di reticolo in prossimità dell'area di impianto e di quelle limitrofe Portate di Piena

Le valutazioni idrauliche condotte hanno consentito di individuare le aree interessate dall'inondazione in riferimento alle piene relative ai tempi di ritorno di 30 e 200 anni.

Coefficiente di scabrezza e tiranti idrici

La scabrezza è uno degli elementi chiave che oppongono resistenza al moto, in questo caso dell'acqua, regolando tiranti idrici e velocità di scorrimento. Spesso si è impossibilitati ad effettuare misurazioni in campo e, per questo motivo, si ricorre a valori tratti dalla letteratura tecnica di settore. Per stimare la resistenza al flusso vengono utilizzati i valori dell'indice di Manning, in quanto è stato verificato che sono strettamente correlabili con tiranti e velocità.

A titolo di esempio nelle figure seguenti si riporta la variazione dei tiranti e delle velocità in una lama tipica del territorio pugliese al variare dell'indice di Manning adoperato, incrementandolo da un minimo di 0.03 ed un massimo di 0.2, valori comunemente associati rispettivamente ad alvei privi di vegetazione e a quelli fortemente inerbiti (Fig.22).

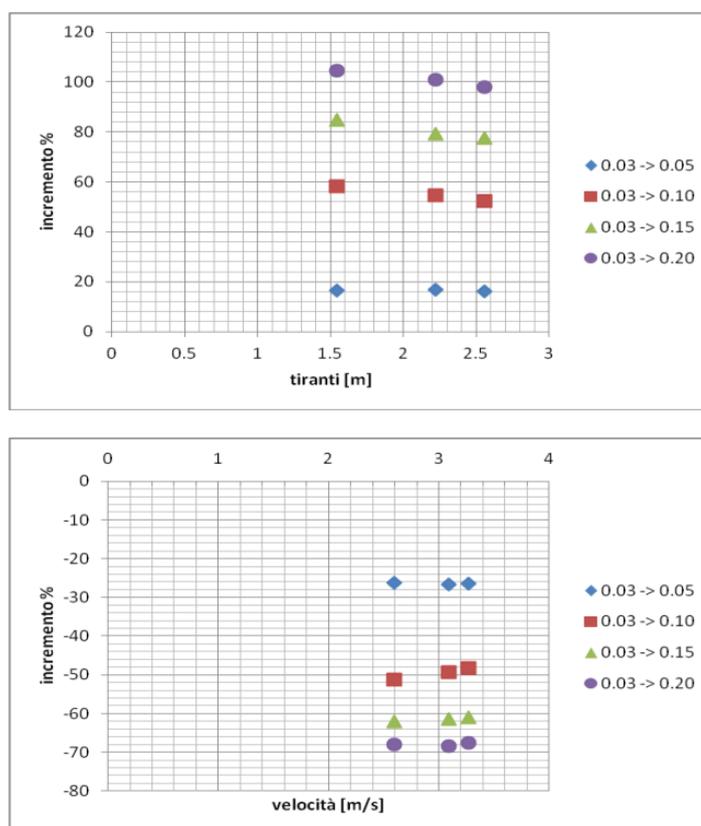


FIG 22 – Incrementi medi percentuali dei tiranti e delle velocità di flusso in variazione dell'indice di Manning – Fonte AdB Appennino meridionale – Sede Puglia

Nel presente studio alle sezioni trasversali dei tratti dei corsi d'acqua di interesse è stato assegnato un coefficiente di scabrezza pari a $0.030 \text{ s/m}^{1/3}$, in quanto caratterizzati da alvei irregolari con presenza di cespugli bassi e alberi.

Il PAI di AdB Appennino Meridionale – Sede Puglia individua quali aree a pericolosità idraulica le porzioni di territorio caratterizzate da uguale probabilità di inondazione, che, in accordo con la vigente

normativa nazionale di settore, corrispondono ai tempi di ritorno della piena di riferimento pari a 30 anni (alta pericolosità), 200 anni (media pericolosità) e 500 anni (bassa pericolosità). Questa impostazione si basa sulla consolidata assunzione che un evento di inondazione sia tanto più pericoloso quanto più è frequente. Tale approccio risulta valido dove il flusso è confinato in un alveo morfologicamente definito e quindi l'estensione dell'impronta al suolo della piena di riferimento, con tempo di ritorno assegnato, è sufficiente a definirne la pericolosità. Tuttavia è possibile che a morfologie in cui il flusso risulta concentrato, si alternino porzioni di territorio in cui si determina l'inondazione di vaste aree con tiranti e velocità talora di bassa entità. Da ciò deriva l'opportunità di valutare la pericolosità idraulica non solo in funzione della probabilità di accadimento dell'evento, ma anche in funzione all'entità massima di tiranti idrici e velocità di scorrimento.

Le soglie di riferimento delle coppie di valori tirante idrico e velocità di scorrimento, per l'individuazione delle condizioni di bassa e alta pericolosità relativa, indipendentemente dal tempo di ritorno dell'evento che li ha prodotti, sono riportate nella tabella seguente:

Condizioni di velocità di scorrimento	Condizioni di tirante idrico	
	BP relativa	AP relativa
$v < 1 \text{ m/s}$	$H < 0.5 \text{ m}$	$H \geq 0.5 \text{ m}$
$1 \text{ m/s} \leq v < 2 \text{ m/s}$	$H < 0.3 \text{ m}$	$H \geq 0.3 \text{ m}$
$v \geq 2 \text{ m/s}$	/	$H > 0 \text{ m}$

Partendo dalla valutazione congiunta dei massimi tiranti e delle massime velocità di scorrimento risultanti dagli studi idraulici condotti per i differenti tempi di ritorno, è stata definita la pericolosità idraulica per ogni tempo di ritorno

Risultati della modellazione bidimensionale

Per poter eseguire i calcoli idraulici e per la realizzazione della griglia topografica da utilizzare nel modello di calcolo idraulico, sono state utilizzate le informazioni piano altimetriche rilevate con gli strumenti GPS e mediante il DTM della Regione Puglia. Il DEM ricavato è stato processato attraverso il Preprocessing Grid Developer System (GDS), che consente di elaborare il DEM inserendo tutti gli elementi necessari per la costruzione della geometria di calcolo. Il GDS opera su un grid di dimensione di cella predefinita; la dimensione della cella è correlata alla stabilità del sistema in funzione del time-step di calcolo, delle condizioni al contorno, ecc. Nel caso in esame è stata utilizzata una griglia di calcolo con la dimensione della cella di calcolo pari a 10 m.

Coma condizioni al contorno idrologiche sono stati inseriti gli idrogrammi di piena per i tempi di ritorno di 30 e 200 anni (Fig.23)

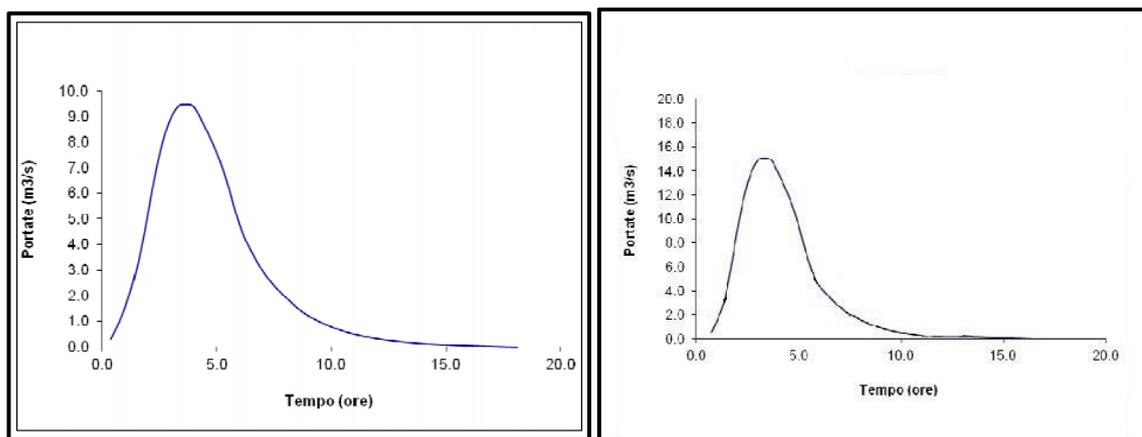


FIG 23 – Idrogrammi di piena per i tempi di ritorno di 30 e 200 anni.

Di seguito i risultati della modellazione per i tratti di corsi d'acqua considerati mediante la graficizzazione della perimetrazione delle aree a pericolosità inondazione per i tempi di ritorno di 30 e 200 anni, sovrapposte al progetto in essere, in particolare all'area di impianto (Fig. 24, 25).

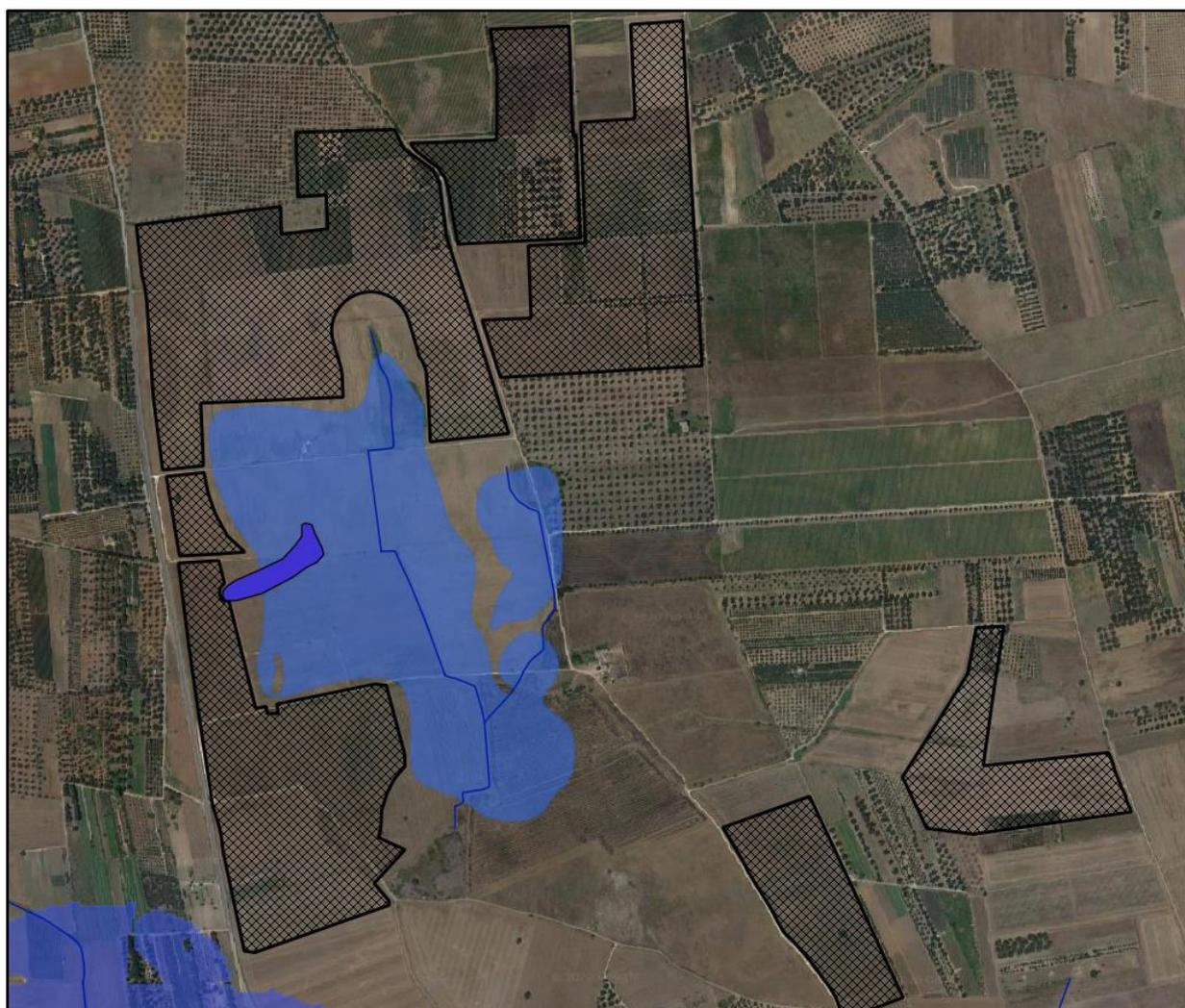


FIG 24 – Perimetrazione aree a pericolosità allagamento $T_r=30$ anni – Area Impianto

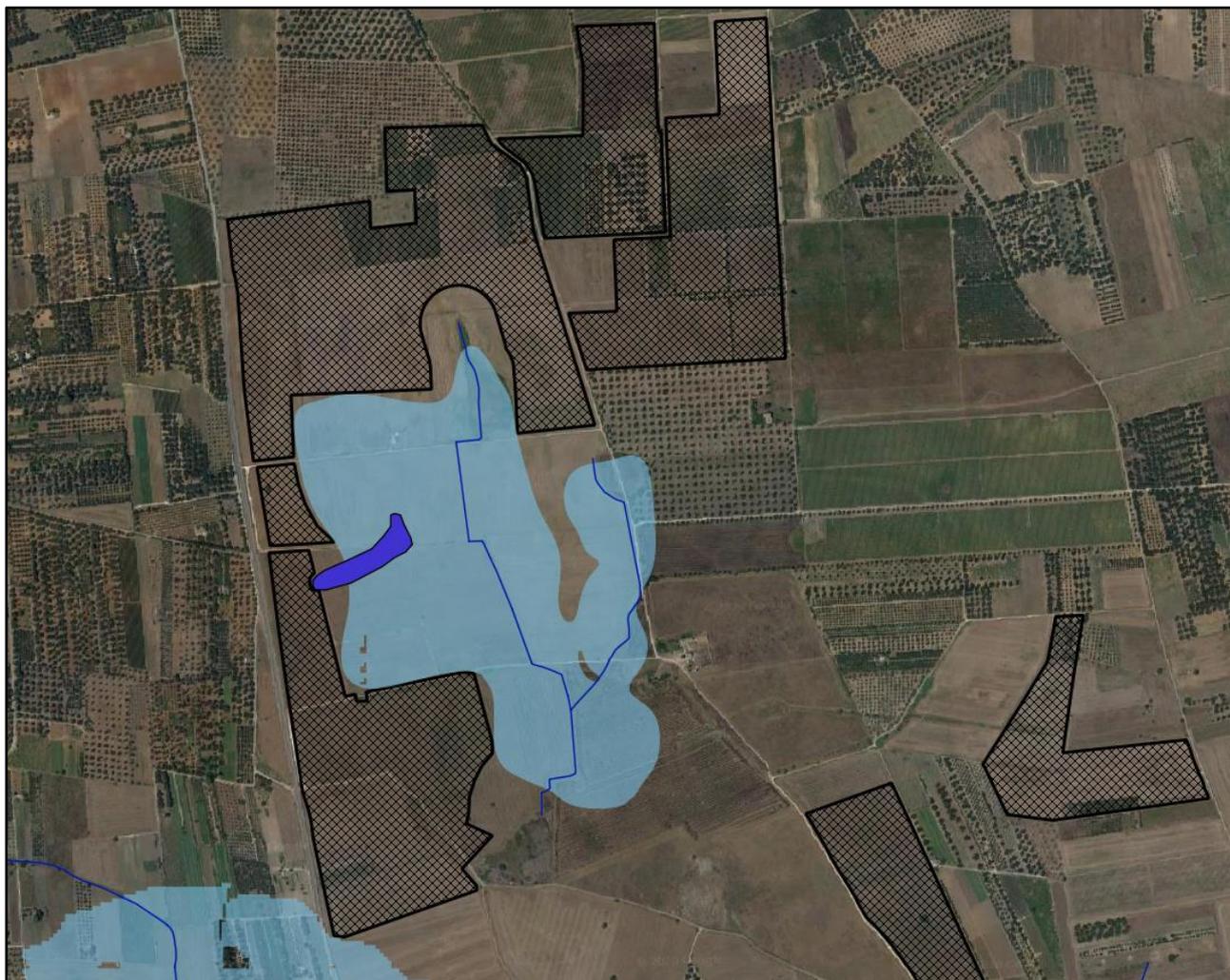


FIG 25 – Perimetrazione aree a pericolosità allagamento $T_r=200$ anni – Area Impianto

7. SOLUZIONI PROGETTUALI ADOTTATE

- 1) Il cavidotto interno di collegamento tra i campi fotovoltaici ed i “percorsi di collegamento aree” (elettrodotti sotterranei che collegano le diverse porzioni dell’impianto fotovoltaico) che ricadono in aree classificate ad Alta Pericolosità Idraulica verranno stralciati dal progetto (si consultino le tavole progettuali aggiornate)
- 2) In corrispondenza dell’interferenza degli elettrodotti sotterranei con il reticolo idrografico, valutato il grado di potenziale erosione dello stesso nelle diverse direzioni, si stabilirà una profondità da rispettare per realizzare un bypass sotterraneo. Il bypass sotterraneo verrà realizzato con la tecnica della perforazione teleguidata (Directional Drilling) garantendo una profondità di passaggio in corrispondenza del canale non inferiore a 3 metri dal fondo del canale medesimo. La perforazione inizierà ad una distanza minima 5 metri prima dell’argine a monte e terminerà ad una distanza minima di 5 metri dopo l’argine a valle. La profondità di partenza/termine della perforazione teleguidata a monte/valle del canale sarà di 1,2 metri pari alla profondità dello scavo a cielo aperto

da realizzarsi per la normale posa dell'elettrodotto nelle tratte rispettivamente a monte e a valle del canale.

- 3) Le aree di attraversamento dell'elettrodotto sotterraneo di collegamento con la SSU interessate da pericolosità idraulica media e alta, in seguito al presente Studio di compatibilità Idraulica, sono in corrispondenza di una viabilità provinciale. L'opera, di carattere sotterraneo, non interferirà con la morfologia attuale e non ne modificherà in alcun modo l'assetto idrologico e idraulico.